Einführung in die Software-Ergonomie

Reinhard Oppermann

Universität Koblenz

Institut für Computer Visualistik

Einführung in die Software-Ergonomie

- Humanwissenschaftliche Erkenntnisse und Gestaltungsanforderungen -

Inhalte:

- **Bedeutung und Geschichte der Software-Ergonomie**
- **Struktur, Fragestellungen, Disziplinen der SE**
- **Produkt- vs. Prozessorientierung**

- **Menschliche Informationsverarbeitung (einschließlich der daraus resultierenden Anforderungen an Arbeits- und Software-Gestaltung)**
- **Arbeits- und organisationspsychologische Grundlagen der Software-Gestaltung**

- **Anforderungskriterien an menschengerechte Systemgestaltung**
- **Normen (VDI, DIN, ISO, CEN)**
- **Gestaltungsanforderungen an und Vor-/Nachteile von Dialogformen (Kommandosprache, Menüs, Formulare, Direkte Manipulation)**

- **Evaluationsmethoden**
- **Hilfesysteme und Fehlerunterstützung**
- **Flexibilität, Individualisierung und Anpassungsmöglichkeiten**
- **Benutzerbeteiligung und Systemeinführung**

Ergonomie-Begriff

Wissenschaft von der menschengerechten Gestaltung der Arbeitsmittel, der Arbeitsmethoden und der Arbeitsumgebung

“Inhalt der Arbeitswissenschaft ist die Analyse und Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsmitteln, wobei der arbeitende Mensch in seinen individuellen und sozialen Beziehungen zu den übrigen Elementen des Arbeitssystems Ausgang und Ziel der Betrachtung ist“ (Ges. f. Arb.wiss.)

Hauptziele sind der individuelle Gesundheitsschutz, die soziale Angemessenheit und die technische und wirtschaftliche Rationalität

Normative, nicht nur deskriptive Position:

Anpassung technischer Systeme an den Menschen und nicht umgekehrt der Zwang zur Anpassung des Menschen an die Technik

- Fähnrich/Ziegler 1987 -

Software-Ergonomie-Begriff

Wissenschaft von der menschengerechten Gestaltung der
Programmfunktionalität und
ihrer Zugriffsmöglichkeit durch den Benutzer

Human Factors ≈ Usability ≈ Software Ergonomics

Benutzerfreundlichkeit ≈ Gebrauchstauglichkeit ≈ Software-Ergonomie

"Ability of a software system to interact easily and effectively with the user in order to fulfil his/her needs and expectations" (S. Nocentini, IBM Rome)

- **Effectiveness**
- **Efficiency**
- **Satisfaction**

- Fähnrich/Ziegler 1987; Streitz 1988 -

Spezifika der Software-Ergonomie

Mensch-Maschine-Interaktion bei Computern anderes Problem als bei Kugelschreibern, Drehbänken und Waschmaschinen:

Spezieller Charakter der Interaktivität mit - durch das Verhalten des Benutzers bestimmten - dynamischen Interrelationen

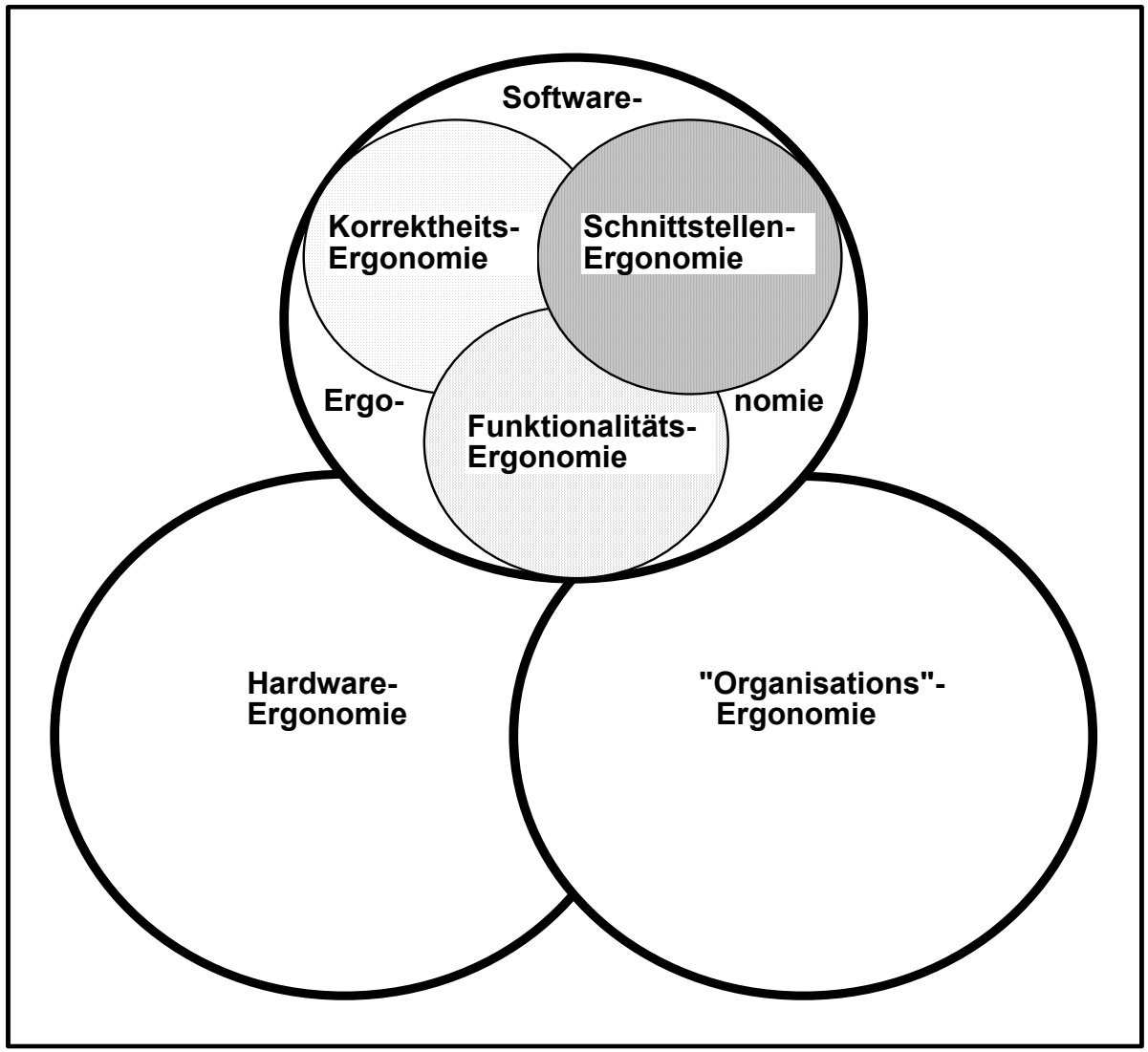
Die Zahl der möglichen Interaktionssituationen ist gegenüber einer rein mechanischen Interaktion unvergleichbar groß und bestimmt die qualitativ andere Komplexität gegenüber herkömmlichen Werkzeugen

Bei modernen, computergestützten Geräten in Haushalt und Beruf werden ähnliche Eigenschaften erreicht (pervasive computing)

Entscheidend ist die zentrale Rolle interaktiver Software und die wählbare Arbeitsteiligkeit zwischen Mensch und Maschine

- Streitz 1988, 4 -

Modell ergonomischer Aspekte



Oppermann et al. 1992,4

Gestaltungsgegenstände der Software-Ergonomie

Funktionalität

Schnittstelle

Organisatorische und technische Peripherie

Entwicklungswerkzeuge (UIMS)

Verfahren und Methoden der Entwicklung und Einführung (Prototyping, Design-Cycle-Model, Partizipation)

- Fähnrich/Ziegler 1987 -

Schnittstellenbedeutung

Separierung von Funktionalität und Schnittstelle soll Modularität und Unabhängigkeit bei Änderungen sowie Mehrfachverwendbarkeit ermöglichen

Bis zu 80% des Entwicklungsaufwandes gilt der Schnittstelle (Ø 50%)

Gründe für software-ergonomisches Interesse:

- fortgeschrittene Klärung hardware-ergonomischer Fragen
- gestiegenes Leistungspotenzial der Informationstechnik
- wachsendes Anspruchsniveau der Benutzer
- Zunahme von „Gelegenheitsbenutzern“

Ziel: „subjektiver Eindruck“ und „objektives Urteil“

Ausmaß der Computernutzung

In 2000 sind fast 90% aller Beschäftigten mit Computertechnologie am Arbeitsplatz konfrontiert

Davon sind nur 20% aufgrund Primärausbildung dafür qualifiziert

Die Komplexität und die Innovationsgeschwindigkeit von Systemen macht eine ausreichende Vorabausbildung unmöglich:
learning by doing, learning on demand

In 6/2000 gibt es 23,6 Mio Internetnutzer, 47 Mio Handys in Deutschland

In 2006 werden 55 Mio Internetnutzer erwartet, großteils mobil

- Fähnrich 1987,7; Streitz 1988,4; Fischer 1991; Infratest 2000 -

Un-ergonomische Produkte

werden entwickelt, weil:

- **Kommunikationslücke zwischen Entwicklern und Benutzern**
- **Entwickler meinen, was sie verstehen, verstehen auch die Benutzer**
- **Wissen und Gestaltungskriterien hinken hinter der Entwicklung hinterher; vorhandenes Wissen ist bei den eigentlichen Entwicklern nicht bekannt**

werden angewandt, weil:

- **sie immer noch gekauft werden: mangels besseren Wissens beim Kunden oder mangels besserer Alternativen**
- **sie auch von Benutzern nicht verweigert oder zurückgegeben werden**
- **viele Benutzer nicht zugeben wollen, dass sie mit komplizierten Systemen nicht zurecht kommen**

Entwicklung der Software-Ergonomie

- **Computerbenutzung durch professionelle Spezialisten '48 - '55**
- **Hardware-ergonomische Forschung (meist USA, Militär, Ausnahme: Konsolen Shackel '59)**
- **Interaktive time-sharing Systeme in den frühen 60er Jahren = Beginn Ausweitung mögl. Benutzer**
- **IBM Scientific Computing Symposium on Man-Machine Communication ´65**
- **International Journal of Man-Machine Systems '69**
- **Buchveröffentlichungen Martin '73**
- **Technischer Sprung: Xerox Star, Apple Lisa/Mac: hochaufl.Grafikbildschirme, Fenstersysteme, Zeigeinstrumente, DM, Ikonen, Metaphernwelten: Anfang 80er**
- **Computer Human Interaction CHI (Special Interest Group on Computer-Human Interaction der ACM) '81**
- **Normung DIN, VDI, ISO '80er**
- **ESPRIT- und HdA/A&T-Programm '80er**
- **Mensch-Maschine-Kommunikation '80**
- **Software-Ergonomie (German Chapter der ACM) '83 - '99**
- **MACINTER (International Union of Psychological Sciences on Man-Computer Interaction Research) '84**
- **INTERACT (IFIP) '84**
- **Fachausschuss/Fachgruppe Software-Ergonomie in der GI '83; GI-Fachbereich Mensch-Computer-Interaktion '01**
- **Mensch & Computer 2001: Kombination verschiedener Fachrichtungen**

- Fähnrich/Ziegler 1987; Streitz 1988; Eberleh et al. 1994 -

Fragestellungen und Disziplinen der Software-Ergonomie

Forschungsbereiche der Software-Ergonomie

- **Fehlererkennung/-behandlung**
  - **Fehlerdignose/-meldungen**
  - **Fehlerbehebung**
  - **Fehlervermeidung**
- **Dialogführung**
  - **Kommandoeingabe, Menüs, Direkte Manipulation**
  - **Fenster oder zeilenorientierte Darstellung**
- **Systemtransparenz**
  - **Durchschaubarkeit**
- **Informationsdarstellung**
  - **Datenmenge**
  - **Datenstrukturierung**
  - **grafische Darstellung**
  - **farbliche Abhebung**
- **Antwortzeiten**
  - **Treiben durch schnelle Reaktion**
  - **Gleichmäßigkeit/Verlässlichkeit**
  - **Verhältnismäßigkeit**
- **Selbsterklärungsfähigkeit**
  - **von sich aus oder auf Anforderung**
  - **Anpassung an die Lernfortschritte**
- **Belastungen**
  - **Verhältnis von Über- zu Unterforderung**
- **Psychologische Grundfragen (Problemlösehandeln, gedankl. Steuerung, Gedächtnis)**
- **Organisatorische Einbettung (Handlungsablauf, Arbeitsteilung)**
- **Design als (ästhetische) Gestaltungsaufgabe (besonders im Web)**

Software-Ergonomie in Lehre und Forschung (BRD)

TH Aachen (Inform., Psych.)

TU Berlin (Inform.)

FU Berlin (Psych.)

HU Berlin (Psych.)

U Bonn (Inform., Psych.)

U Bremen (Inform.)

TU Darmstadt (Psych.)

U Dortmund (Inform.)

TU Dresden (Inform., Psych.)

U Gießen (Psych.)

U Hamburg (Inform.)

GH Kassel (Arb.Wi.)

U Koblenz (Inform.)

TU München (Psych.)

U Stuttgart (Inform.)

U Tübingen (Psych.)

Fraunhofer-Gesellschaft (Stuttgart)

GMD (Darmstadt, St. Augustin)

IBM (Böblingen, Heidelberg)

Siemens (München, Nürnberg)

SAP (Walldorf)

Philips (Aachen)

Start-ups

GI FB 2 Softwaretechnologie und Informationssysteme

- **FA 2.1 Programmiersprachen und Software-Entwicklung**
  - **FG 2.1.1 Software Engineering**
  - **FG 2.1.2 Interaktive Systeme**
- **FA 2.3 Ergonomie in der Informatik**
  - **FG 2.3.1 Software-Ergonomie**
  - **FG 2.3.2 Werkzeuge zur Konstruktion von Benutzerschnittstellen**
- **AK Informatik und Behinderte**

GI FB Mensch-Computer-Interaktion

GI-DIA Tutorien

Beteiligte Disziplinen in der Software-Ergonomie

- **Informatik: Ansätze zur Gestaltung technischer Systeme, GUIs, Gestaltungskonzepte und Entwicklungsverfahren (Prototyping, Partizipation ...), Architektur (Schnittstelle versus Funktionalität) KI: Partnermodelle, Handlungsplanerkennung, Maschinelles Lernen**

- **Verhaltenswissenschaften**

  ***Psychologie, Soziologie, Pädagogik*:**
  Verhalten und Informationsverarbeitung (sensorische, kognitive, motorische und emotionale Aspekte), Anforderungsbestimmung und Evaluation benutzerorientierter Aspekte
  ***Arbeitswissenschaft*:**
  Systematik der Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen; Anforderungsbestimmung und Evaluation aufgaben- und organisationsorientierter Aspekte

- **Linguistik: Besonderheiten der Mensch-Computer-Kommunikation; Natürliche versus formal Sprache**

- **Design: Ästhetik, Aufforderungscharakter, Blickführung, Corporate Identity**

- Streitz 1988,15f.; Rödiger 1991, 5 -

Verhältnis der Disziplinen

Disziplinen wirken sich aus und wirken zusammen in Fragestellung und Methoden

Multidisziplinarität im Kopf eines einzelnen oder

Interdisziplinarität durch Beteiligung mehrerer?

Mindestbedingung ist die Kommunikationsfähigkeit der Beteiligten

Bestandteile der Software-Ergonomie

- **Analyse/Spezifikation**
- **Entwurf/Gestaltung**
- **Evaluation/Redesign**

dabei werden neue technische Entwicklungen für MMK-Probleme aufgegriffen und

neue Anstöße und Richtlinien für zukünftige Entwicklungen entwickelt

- Fähnrich/Ziegler 1987, 13 -

Theoretische Orientierungsrahmen

Keine geschlossene theoretische Basis, eher Versatzstücke, eher pragmatische Ausrichtung

- **deduktiv-modellorientierte Ansätze:**

  z.B. IFIP-Modell: anwendungsneutraler Gestaltungsansatz der Schnittstelle mit Ein-/Ausgabe-, Dialog-, Werkzeug- und Organisationsschnittstelle

- **induktiv-pragmatische Ansätze:**

  software-ergonomische Leitlinien aus der Forschung und praktischen Erfahrung

- **normative Ansätze:**

  Standards und Gütekriterien (DIN, VDI, ISO)

- Debusmann et al. 1989 -

Forschungs- und Entwicklungsstrategien

- **Explorierende, erfahrungsgetriebene, qualitative, weiche Ansätze durch Beobachtung, Befragung - Carroll/Campbell '86**
- **Experimentierende, theoriegetriebene, quantitative, harte Ansätze mit statistisch abgesicherten Daten wie Zeit, Fehler - Newell/Card '85; Card/Moran/Newell '83**

weiche Methoden geeignet für die Frage „Was ist schlecht am System?“

harte Methoden geeignet für die Frage: „Wie gut ist das System(im Vergleich)?“

- Fähnrich/Ziegler 1987; Streitz 1988 -

Überprüfungsmöglichkeiten von Voraussagen und Erwartungen

- **Experimentelle Laboruntersuchungen:**
  detaillierte prädiktive Modelle;
  aufwändiger Versuchsaufbau;
  beschränkte externe Validität, wenn nicht über Theorieorientierung Generalisierbarkeit erreicht wird
- **Felduntersuchungen:**
  bereichsspezifische Theorien aufgrund von Aufgaben- und Situationswissen;
  beschränkte bereichsgebundene Verallgemeinerbarkeit
- **Fallstudien:**
  zyklisches Erkunden und Erproben von Gestaltungskonzepten

- Fähnrich/Ziegler 1987; Streitz 1988 -

Zeitverhältnis von Forschung und Entwicklung

- **Nachlaufforschung:**
  deskriptive Analyse und Evaluation von fertigen Systemen auf Verträglichkeit mit Anforderungen
- **Begleitforschung:**
  Teilnahme software-ergonomischer Experten am Entwicklungsprozess;
  Verbindung deskriptiv-evaluativer Verfahren mit konstruktiven Anteilen, Prototypen-Entwicklung
- **Vorlaufforschung:**
  aus theoretisch und empirisch begründetem Wissen werden Vorgaben für die Entwicklung abgeleitet und in die Systemgestaltung eingebracht

- Streitz 1988 -

Rolle der Informatik

Gestaltungs- und Verfahrensbeiträge zur Erreichung ergonomischer Konzepte, Prototypen und Produkte

Rolle der Verhaltenswissenschaften (Psychologie, Soziologie, Pädagogik, Arbeitswissenschaft)

Beiträge zur Untersuchung der Informationsverarbeitung

- **Wahrnehmen (Sehen, Hören, Fühlen)**
- **Denken (Problemlösen, Entscheiden, Sprache, Intelligenz)**
- **Gedächtnis (Lernen, Behalten, Vergessen)**
- **Handeln (Motorik)**
- **Organisation, Kooperation, Kommunikation**

- Streitz 1987 -

Kognitive Science

Beiträge verschiedenster Wissenschaftsgebiete:

- **(kognitive) Psychologie (Wissenspsychologie)**
- **Linguistik**
- **Neurophysiologie**
- **Informatik (Künstliche Intelligenz)**
- **Philosophie/Logik**

Suche nach tiefergehendem Verständnis menschlichen Denkens und Handelns

- Streitz 1987 -

Kognitive Ergonomie

Ist zu ergänzen durch Berücksichtigung von

- **Einstellungen und Motivationen**
- **organisatorisches Umfeld**

Design

- **Berücksichtigung von Ästhetik**
- **Innovative Gestaltung**
- **Eigenständige „Handschrift“ (Corporate Identity)**

Prozessorientierung

- **Ohne eine prozessorientierte Qualitätssicherung kann ein SW-Produkt nur zufällig ergonomisch werden**
- **Im Prozess muss sichergestellt werden (vgl. ISO 13 4 07):**
  - **beruht die Entwicklung auf einer Anforderungsanalyse**
  - **ist eine Benutzerbefragung durchgeführt worden**
  - **ist eine Benutzungsanalyse mit Prototypen durchgeführt worden**
  - **erfolgt eine Hot-line-Auswertung**

Grundlagen menschlicher Informationsverarbeitung

Wahrnehmung und Informationsverarbeitung

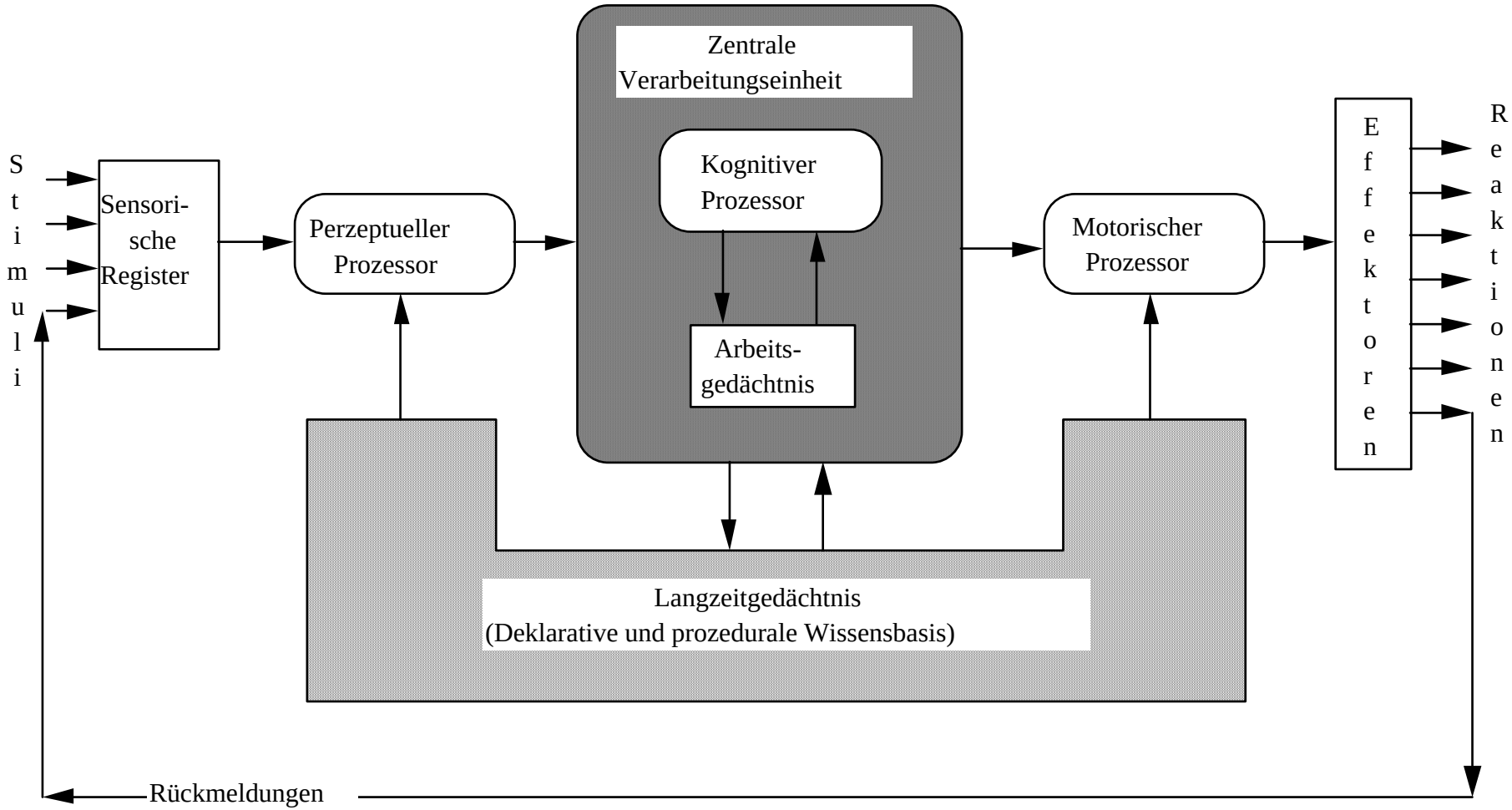
Mensch ist kein passiv reagierendes Wesen, sondern ein aktiv Informationen suchendes, aufnehmendes und verarbeitendes System

Stufen:

- **Informationsaufnahme**
- **Informationstransformation**
- **Informationsspeicherung**
- **Informationsabgabe**

Die Übergänge zwischen Perzeption (Wahrnehmung) und Kognition (Erkennen) sind fließend

- Streitz 87; Issing 97; Baumgartner/Payr 95 -



Ein Modell menschlicher Informationsverarbeitung

- Streitz 1987, 49 -

Modell(!)-Ablauf menschlicher Informationsverarbeitung

- **Rezeptorsystem nimmt äußere (aber auch innere) Reize auf**
- **reiznah repräsentierte Informationen im sensorischen Register werden durch den perzeptuellen Prozessor in einen für die zentrale Informationsverarbeitung geeigneten Code transformiert**
- **der Prozessor muss dabei auf das im Langzeitgedächtnis vorhandene Wissen (über Bedeutung, Muster etc.) zurückgreifen**
- **die zentrale Einheit besteht aus einem aktiven kognitiven Prozessor und einer (eher) passiven Speicherkomponente (Arbeitsgedächtnis, Kurzzeitgedächtnis)**
- **vom Prozessor aufbereitete Informationen werden vom kognitiven Prozessor im Hinblick auf das Handlungsziel durch Such-, Vergleichs- und Klassifikationsprozesse und unter Rückgriff auf das Langzeitgedächtnis transformiert**
- **aus kognitiven Operationen resultieren Handlungsanforderungen als Vorgaben für den motorischen Prozessor, der die entsprechenden motorischen Programme aus dem Langzeitgedächtnis abruft und über die Effektoren in die beabsichtigten Reaktionen überführt**
- **ausgeführte Reaktionen erscheinen als offenes beobachtbares Verhalten, was auch für den Handelnden selbst Quelle der Handlungskontrolle wird (Rückkopplung)**

- Streitz 1987, 48f. -

Geschichte von Wahrnehmungs- und Lernmodellen

- **Behaviourismus**
  Konditionierung, Drill & Practice, mit kleinen Lernschritten und frequentem Feedback
- **Kognitivismus**
  fordert Spielraum, vorhandene kognitive Konzepte zu aktivieren und neue zu entwickeln.
  Aufgaben, die dem Suchen, Probieren und Explorieren weiten Raum geben, sowie die Simulation kognitiver Prozesse sind hierfür schon eher geeignet, als mechanische Wiederholungsaufgaben
- **Konstruktivismus**
  Erstellen einer eigenen Wahrnehmungswelt statt äußere abzubilden; kritisieren am Kognitivismus, dass er die affektiven und motivationalen Begleitprozesse der Rückmeldung vernachlässige

Baumgartner/Payr 94; Hasebrook 95; Schulmeister 96; Schulz-Zander 97

Beurteilungskriterien der menschlichen Informationsverarbeitung

- **Geschwindigkeit und**
- **Genauigkeit, mit der das Handlungsziel erreicht wird**

hängen ab von:

- **der Geschwindigkeit und Genauigkeit der beteiligten Operationen innerhalb der einzelnen Prozessoren**
- **der Verarbeitungsstrategie**
- **dem Umfang und der strukturellen Organisation der verwendeten Wissensbasis im Langzeitgedächtnis**

jeweils im Hinblick auf das angestrebte Handlungsziel

- Streitz 1987, 49 -

Restriktionen des menschlichen Informationsverarbeitungssystems

- **beschränkte Speicher- und Verarbeitungskapazität hinsichtlich:**
  - **Wahrnehmung und**
  - **Behalten**

  hierbei keine festen Grenzwerte:
  - **inter-individuelle und**
  - **intra-individuelle Varianz**

- Streitz 1987, 50 -

Informationsaufnahme

Die Kapazität des Gehirns ist „unbegrenzt“. Die Anzahl der Muster, die die 1.000.000.000.000 ((1 Billion)) Gehirnzellen bilden können, liegt in der Größenordnung einer Eins, die von 10 1/2 Millionen Kilometern getippter Nullen gefolgt wird.

Damit ist die Zahl der möglichen Verbindungen im Gehirn größer als die Zahl der Atome im Universum

Gesamte „einfließende“ Informationsmenge ca. 1Mrd. Bits/Sek.

Davon erreichen ca. 100 Bits/Sek. das Bewusstsein

Daraus folgt die Notwendigkeit der Selektion der Informationsmenge

Sensorisches Eingangsmaterial wird über höhere zentral-nervöse Prozesse zu kognitiven Einheiten und Strukturen verarbeitet

Normalerweise wird die Informationsverarbeitung am Erfolg des Effektorsystems rückgekoppelt (Ausnahme: Reflexe)

Die Notwendigkeit der Reaktion wird im Gehirn selektiv bestimmt (eigenes vs. fremdes Kitzeln)

- Küpfmüller 1959; Zwerina/Haubner 1987,132ff. -

Visuelle Wahrnehmung

- **menschliches Auge hat nur einen kleinen Bereich des scharfen Sehens; der entsprechende Bereich auf der Netzhaut = Fovea**
- **foveales Sehen im Bereich von 1 - 2 Grad = scharfes Sehen;**
- **das primäre Blickfeld (bei unbewegtem Kopf mit den Augen fixiertes Feld) umfasst 30 Grad; insgesamt können bei ruhendem Kopf und ruhendem Auge bis 110 Grad wahrgenommen werden**
- **im Umfeld nur unscharfes Sehen; grobe Konturen**
  auch Farbwahrnehmung geschwächt;
  aber erhöhte Bewegungsempfindlichkeit!!!
  löst im peripherem Sehbereich reflexartige Blickbewegungen aus
- **für Wahrnehmung/Erfassung größerer Bereiche sind Blickbewegungen erforderlich, bei denen das Auge (sprunghaft) nacheinander kleine Bereiche fixiert und zu einem Gesamtbild integriert**
- **Blickbewegungen erfolgen anhand von *Grobstrukturen* (Blickfängern), ist *erfahrungsgetreiben* (durch Wahrnehmungserwartungen) oder determiniert durch *Bewegungen* in der Wahrnehmungsperipherie**
  (bei Zaubertricks werden oft Blickfixationen durch Blickfänger auf irrelevante Punkte gelenkt - *Aufmerksamkeitslenkung*)

Verschiedene populäre Zeitschriften haben jüngst das Thema 'Wearable Computing' entdeckt und in Szenarien zu fassen versucht. In ironischer Überspitzung dieser Art von Science Fiction beschreiben wir einen Tagesablauf des 'nomadischen Wissensarbeiters' Tom. Bei seinen beruflichen und privaten Aktivitäten wird er von einem Wearable Computer begleitet, der im wesentlichen aus einer zentralen Rechnereinheit im Gürtel und vielen verschiedene Ein-/Ausgabegeräten besteht. Tom arbeitet als freier Journalist für verschiedene Multimediaredaktionen und ist beruflich viel unterwegs. An diesem Morgen lässt ihn sein Wearable Computer mit der Musik wecken, die Tom gerade besonders mag, und aktiviert nach Toms Sprachbefehl die Kaffeemaschine in der Küche. Während er seinen Kaffee trinkt, spielt ihm seine Zentraleinheit die aktuellen emails, seine heutigen Termine und eine Zusammenstellung wichtiger Ereignisse aus den Nachrichten auf seinen Küchendisplay. Bei einer Nachricht über die Firma Wearnix, bei der er heute Morgen seinen ersten Termin hat, hält er die Wiedergabe an und macht sich eine Sprachanmerkung. Nach dem Frühstück schnallt er sich seinen Arbeitsgürtel um, der die zentrale Rechnereinheit enthält, und nimmt seine Kameratasche mit Kamera und Monitorbrille. In der U-Bahn zu seinem ersten Termin setzt er sich seine Multimedia-Brille auf und geht das bereits recherchierte Material durch. Außerdem meldet ihm sein virtueller Recherche-Agent im Display den aktuellen Börsenkurs und die Schlagzeilen der letzten Monate über Wearnix. Nach 10 Minuten Fahrt erscheint eine Meldung in seinem Display, dass er an der nächsten Station aussteigen muss. Tom nimmt seine Multimediabrille ab. Als er aus der U-Bahn steigt, aktiviert er über Spracheingabe die Audio-Navigationshilfe. Der Lokalisator an seinem Arbeitsgürtel gleicht seinen aktuellen Standpunkt und seine Blickrichtung mit seinem ersten Termin ab und führt ihn über 3D Audioausgabe auf seinen Kopfhörern („links. rechts nach 30 m“) aus der U-Bahn und in Richtung seines ersten Termins. Als er an einem MP3shop vorbeikommt, fragt er per Spracheingabe nach seiner Lieblingsband und bekommt ein Jingle zur aktuellen Neuerscheinung eingespielt. Als er fast am Haupteingang von Wearnix angekommen ist, klingelt sein Telefonempfänger und die Audioausgabe erläutert, dass der Redakteur für den ersten Beitrag in der Leitung ist. Tom nimmt an und klärt noch einige Detailfragen. Im Büro seines Interviewpartners nimmt er sein abnehmbares Mikrophon von seiner Zentraleinheit und stellt es auf den Tisch. Das Gespräch wird direkt als Audiodatei in seiner Zentraleinheit aufgezeichnet und über Spracherkennung in eine geschriebene Basisform überführt. Darüber hinaus werden die Photos des Interviews von seiner Digitalkamera direkt in die Zentraleinheit überspielt. Während des Interviews kann Tom über seinen Kameradisplay die vorgemerkten Fragen nachschlagen und seine Anmerkungen machen. Außerdem spielt er von seiner zentralen Rechnereinheit seinem Interviewpartner die Videosequenz aus den heutigen Nachrichten auf das Tischdisplay ein, seine private Anmerkung erscheint parallel auf seinem Handdisplay. Nach dem ersten Interview setzt sich Tom in den gegenüberliegenden Park und bestellt sich ein Sandwich. Während er auf den Sandwichkurier wartet, vereinbart er einen Termin für den Abend und geht auf seiner Multimedia-Brille die Photos und den schriftlichen Beitrag des In-terviews durch. Danach schickt er die Materialien zum Redakteur und spricht per VoiceConnection noch einige Details ab. Für seinen Nachmittagstermin muss Tom eine Liveberichtserstattung von einem großen Musikevent abliefern. Er aktiviert die Suchfunktion seiner Carsharing Firma und das System meldet ihm, dass ganz in der Nähe ein verfügbares Auto parkt. Schon bei der Anfahrt per Auto aktiviert er das Minikamerasystem, das auf seine Multimedia-Brille montiert ist und annotiert die Bilder per Spracheingabe. Die Zentraleinheit seines Wearable Computers ist mit dem Satelliten-Navigationssystem des Autos gekoppelt und generiert automatisch einen Routenplan zu seinen Livebildern und sendet diesen an die Redaktion. Im Pressezelt führt er einige Interviews und mischt sich danach unter die Zuschauer, um ein paar Bilder von der Hauptbühne und die Stimmung einzufangen. Zu den Bildern spielt er entweder den Live-Audiostream vom Hauptmischpult ein oder aktiviert seine Mikrophoneinheit am Gürtel über seine Stofftastatur an der Jacke. In der Redaktion werden die Bilder und Positionen von mehreren Reportern koordiniert und über das Redaktionssystem live ins Netz geschaltet. Nach einem anstrengenden Tag hat sich Tom mit seiner Freundin Claire zum Essen verabredet und parkt seinen Carsharing Wagen vor dem Restaurant. Er deaktiviert seinen Arbeitsgürtel mit einem Knopfdruck auf die Gürtelschnalle und genießt ein Abendessen zu zweit.Verschiedene populäre Zeitschriften haben jüngst das Thema 'Wearable Computing' entdeckt und in Szenarien zu fassen versucht. In ironischer Überspitzung dieser Art von Science Fiction beschreiben wir einen Tagesablauf des 'nomadischen Wissensarbeiters' Tom. Bei seinen beruflichen und privaten Aktivitäten wird er von einem Wearable Computer begleitet, der im wesentlichen aus einer zentralen Rechnereinheit im Gürtel und vielen verschiedene Ein-/Ausgabegeräten besteht. Tom arbeitet als freier Journalist für verschiedene Multimediaredaktionen und ist beruflich viel unterwegs. An diesem Morgen lässt ihn sein Wearable Computer mit der Musik wecken, die Tom gerade besonders mag, und aktiviert nach Toms Sprachbefehl die Kaffeemaschine in der Küche. Während er seinen Kaffee trinkt, spielt ihm seine Zentraleinheit die aktuellen emails, seine heutigen Termine und eine Zusammenstellung wichtiger Ereignisse aus den Nachrichten auf seinen Küchendisplay. Bei einer Nachricht über die Firma Wearnix, bei der er heute Morgen seinen ersten Termin hat, hält er die Wiedergabe an und macht sich eine Sprachanmerkung. Nach dem Frühstück schnallt er sich seinen Arbeitsgürtel um, der die zentrale Rechnereinheit enthält, und nimmt seine Kameratasche mit Kamera und Monitorbrille. In der U-Bahn zu seinem ersten Termin setzt er sich seine Multimedia-Brille auf und geht das bereits recherchierte Material durch. Außerdem meldet ihm sein virtueller Recherche-Agent im Display den aktuellen Börsenkurs und die Schlagzeilen der letzten Monate über Wearnix. Nach 10 Minuten Fahrt erscheint eine Meldung in seinem Display, dass er an der nächsten Station aussteigen muss. Tom nimmt seine Multimediabrille ab. Als er aus der U-Bahn steigt, aktiviert er über Spracheingabe die Audio-Navigationshilfe. Der Lokalisator an seinem Arbeitsgürtel gleicht seinen aktuellen Standpunkt und seine Blickrichtung mit seinem ersten Termin ab und führt ihn über 3D Audioausgabe auf seinen Kopfhörern („links. rechts nach 30 m“) aus der U-Bahn und in Richtung seines ersten Termins. Als er an einem MP3shop vorbeikommt, fragt er per Spracheingabe nach seiner Lieblingsband und bekommt ein Jingle zur aktuellen Neuerscheinung eingespielt. Als er fast am Haupteingang von Wearnix angekommen ist, klingelt sein Telefonempfänger und die Audioausgabe erläutert, dass der Redakteur für den ersten Beitrag in der Leitung ist. Tom nimmt an und klärt noch einige Detailfragen. Im Büro seines Interviewpartners nimmt er sein abnehmbares Mikrophon von seiner Zentraleinheit und stellt es auf den Tisch. Das Gespräch wird direkt als Audiodatei in seiner Zentraleinheit aufgezeichnet und über Spracherkennung in eine geschriebene Basisform überführt. Darüber hinaus werden die Photos des Interviews von seiner Digitalkamera direkt in die Zentraleinheit überspielt. Während des Interviews kann Tom über seinen Kameradisplay die vorgemerkten Fragen nachschlagen und seine Anmerkungen machen. Außerdem spielt er von seiner zentralen Rechnereinheit seinem Interviewpartner die Videosequenz aus den heutigen Nachrichten auf das Tischdisplay ein, seine private Anmerkung erscheint parallel auf seinem Handdisplay. Nach dem ersten Interview setzt sich Tom in den gegenüberliegenden Park und bestellt sich ein Sandwich. Während er auf den Sandwichkurier wartet, vereinbart er einen Termin für den Abend und geht auf seiner Multimedia-Brille die Photos und den schriftlichen Beitrag des In-terviews durch. Danach schickt er die Materialien zum Redakteur und spricht per VoiceConnection noch einige Details ab. Für seinen Nachmittagstermin muss Tom eine Liveberichtserstattung von einem großen Musikevent abliefern. Er aktiviert die Suchfunktion seiner Carsharing Firma und das System meldet ihm, dass ganz in der Nähe ein verfügbares Auto parkt. Schon bei der Anfahrt per Auto aktiviert er das Minikamerasystem, das auf seine Multimedia-Brille montiert ist und annotiert die Bilder per Spracheingabe. Die Zentraleinheit seines Wearable Computers ist mit dem Satelliten-Navigationssystem des Autos gekoppelt und generiert automatisch einen Routenplan zu seinen Livebildern und sendet diesen an die Redaktion. Im Pressezelt führt er einige Interviews und mischt sich danach unter die Zuschauer, um ein paar Bilder von der Hauptbühne und die Stimmung einzufangen. Zu den Bildern spielt er entweder den Live-Audiostream vom Hauptmischpult ein oder aktiviert seine Mikrophoneinheit am Gürtel über seine Stofftastatur an der Jacke. In der Redaktion werden die Bilder und Positionen von mehreren Reportern koordiniert und über das Redaktionssystem live ins Netz geschaltet. Nach einem anstrengenden Tag hat sich Tom mit seiner Freundin Claire zum Essen verabredet und parkt seinen Carsharing Wagen vor dem Restaurant. Er deaktiviert seinen Arbeitsgürtel mit einem Knopfdruck auf die Gürtelschnalle und genießt ein Abendessen zu zweit. Der Lokalisator an seinem Arbeitsgürtel gleicht seinen aktuellen Standpunkt und seine Blickrichtung mit seinem ersten Termin ab und führt ihn über 3D Audioausgabe auf seinen Kopfhörern („links. rechts nach 30 m“) aus der U-Bahn und in Richtung seines ersten Termins. Als er an einem MP3shop vorbeikommt, fragt er per Spracheingabe nach seiner Lieblingsband und bekommt ein Jingle zur aktuellen Neuerscheinung eingespielt. Als er fast am Haupteingang von Wearnix angekommen ist, klingelt sein Telefonempfänger und die Audioausgabe erläutert, dass der Redakteur für den ersten Beitrag in der Leitung ist. Tom nimmt an und klärt noch einige Detailfragen. Im Büro seines Interviewpartners nimmt er sein abnehmbares Mikrophon von seiner Zentraleinheit und stellt es auf den Tisch. Das Gespräch wird direkt als Audiodatei in seiner Zentraleinheit aufgezeichnet und über Spracherkennung in eine geschriebene Basisform überführt. Darüber hinaus werden die Photos des Interviews von seiner Digitalkamera direkt in die Zentraleinheit überspielt. Während des Interviews kann Tom über seinen Kameradisplay die vorgemerkten Fragen nachschlagen und seine Anmerkungen machen. Außerdem spielt er von seiner zentralen Rechnereinheit seinem Interviewpartner die Videosequenz aus den heutigen Nachrichten auf das Tischdisplay ein, seine private Anmerkung erscheint parallel auf seinem Handdisplay. Nach dem ersten Interview setzt sich Tom in den gegenüberliegenden Park und bestellt sich ein Sandwich. Während er auf den Sandwichkurier wartet, vereinbart er einen Termin für den Abend und geht auf seiner Multimedia-Brille die Photos

Unstrukturierte Darstellung

3. Untersuchungsmethoden 3.1 Methodenmix Die Technologiepotenzial-Analyse erfordert ein Studiendesign, welches die innovativen Möglichkeiten (und auch Grenzen) der neuen Produkte angemessen in Betracht zieht. Wir nutzen hierfür einen Methoden-Mix aus qualitativen und quantitativen Verfahren: - Desk Research; - Erhebung und Auswertung von Experteneinschätzungen in - 10 leitfadengestützten Gesprächen mit Experten; - einer Expertenprognose nach dem Delphi-Verfahren; - eine quantitative Befragung bei einem Panel von Avantgarde-IT/TK-Nutzern (“FoRunner Panel“). Die Themen für die Expertengespräche, für die Expertenprognose (Delphi) und für die Erhebung beim FoRunner-Panel hat der Auftraggeber mit beeinflusst. Den Rahmen dafür bildeten jeweils Abstimmungsrunden zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. Die folgende Tabelle zeigt die Zuordnung der Methoden zu den im Briefing des Auftraggebers herausgestellten Aufgabenkomplexen:

Strukturierte Darstellung

3.1 Methodenmix

- Die Technologiepotenzial-Analyse erfordert ein Studiendesign, welches die innovativen Möglichkeiten (und auch Grenzen) der neuen Produkte angemessen in Betracht zieht.
- Wir nutzen hierfür einen Methoden-Mix aus qualitativen und quantitativen Verfahren:
  - Desk Research;
  - Erhebung und Auswertung von Experteneinschätzungen in
    - leitfaden-gestützten Gesprächen mit Experten;
    - Expertenprognose nach dem Delphi-Verfahren;
    - quantitative Befragung bei einem Panel von Avantgarde-IT/TK-Nutzern (“FoRunner Panel“).

Großschreibung vs. Groß-/Kleinschreibung

- VERSCHIEDENE POPULÄRE ZEITSCHRIFTEN HABEN JÜNGST DAS THEMA ‚WEARABLE COMPUTING' ENTDECKT UND IN SZENARIEN ZU FASSEN VERSUCHT. IN IRONISCHER ÜBERSPITZUNG DIESER ART VON SCIENCE FICTION BESCHREIBEN WIR EINEN TAGESABLAUF DES 'NOMADISCHEN WISSENSARBEITERS' TOM.

- Verschiedene populäre Zeitschriften haben jüngst das Thema ‚Wearable Computing' entdeckt und in Szenarien zu fassen versucht. In ironischer Überspitzung dieser Art von Science Fiction beschreiben wir einen Tagesablauf des ‚nomadischen Wissensarbeiters' Tom.

Organisation von Lerninhalten

Nach Shneiderman 89 eignen sich zur Umsetzung in das Hypertextformat vor allem große Wissensmengen, die aus einzelnen Bausteinen bestehen, welche sich inhaltlich aufeinander beziehen und von denen der Benutzer zu einer bestimmten Zeit immer nur einen kleinen Teil benötigt.
Muss die gesamte Information auf einmal zur Verfügung stehen, oder handelt es sich nur um sehr wenig Information, so sollte das Wissen linear und in einem Stück dargeboten werden.
Sind die Bausteine der Wissensbasis inhaltlich voneinander unabhängig, so ist eine Datenbankanwendung die bessere Repräsentation.

Kaminski 97, 8

Chunks

Wissensmengen bestimmen sich durch die Menge an Wissenseinheiten (chunks), von denen nach gut gesicherter Forschungslage in Rekurs auf eine frühe Studie von Miller aus dem Jahre 1959 ca. 5 plus/minus 2 im Kurzzeitgedächtnis (ca. 15 Sekunden) behalten und verarbeitet, d. h. im unmittelbaren Zugriff gehalten werden können.

Neue Eindrücke (Chunks) verdrängen ältere, wenn diese nicht durch Verarbeitung ins Langzeitgedächtnis verlagert werden. Beispiel: Sie merken sich eine neue Telefonnummer und sollen über das Wetter oder die Personenkontakte des letzten Abends Auskunft geben.

Multimedialität von Informationspräsentation

- Multimediales Lernen ist zumindest seit der Didactica magna von Comenius im Jahre 1657 eine attraktive, wenn auch oft naiv überschätzte Lernpräsentation.
- Zu *Multimedia* zählt man Systeme, die neben Text und Standbild wenigstens ein dynamisches Medium umfassen.
- Multimedia umfasst verschiedene Codierungsarten:
  - Texte,
  - Grafiken und
  - Tabellen
- sowie verschiedene Modalitäten:
  - Visualität (Sehen),
  - Akustik (Hören),
  - Haptik (Begreifen) und
  - Olfaktorik (Riechen).

Zweck von Multimedia

- Ihre Auswahl und Kombination macht den Reiz aus, d. h. die Präsentation und die Interaktion kann sich je nach den Erfordernissen des Lernenden (Präferenzen, Eignungen), des Stoffes (Fakten, Abläufe) und der Situation (lautes Vorlesen, stilles Selbstlesen) richten.
- Multimedialität ist kein Selbstzweck. Die Behauptung der generellen Überlegenheit von multimedialer Präsentation (meist ist dabei die Multimodalität von Sehen und Hören gemeint) ist eine bislang unbewiesene Behauptung.

Kognitionspsychologische Basis von Multimedialität

- Als Nachweis für die Nützlichkeit von Multimedia findet sich in informatikorientierten Veröffentlichungen meist nur der Ausspruch, ein Bild ersetze 1000 Worte oder ähnliche Allgemeinplätze. Auch wenn man kein vertieftes kognitionspsychologisches Erkenntnisinteresse hat, genügen solche und ähnliche Schlagworte oder das intuitive Gefühl der Entwickler wohl nicht.
- Sind Bilder und Grafiken wirklich immer die bessere Alternative? Warum löste die Schriftsprache dann überhaupt die bildhaften Darstellungen aus der Ursprungszeit der Menschheit ab, und warum ersetzen in den neuzeitlichen Schriftsystemen Symbolzeichen weitgehend die Alternative Bildzeichen, die mit der Realität durch Ähnlichkeit verknüpft sind?
- Erhöhen Animationen nochmals die Informationsaufnahmeleistung? Was passiert bei den heute üblichen Mischungen verschiedener Medialitäten bzw. Modalitäten, z.B. zwischen Text und Bildern? Ist die Text-Fakten-Integration bei der Recherche etwas prinzipiell anderes als eine Text-Bild-Verbindung?

- Man geht heute in der Kognitionspsychologie und Lehr-/Lernforschung davon aus, dass der Mensch Sachverhalte intern in einer speziellen mentalen Repräsentationssprache abspeichert und dieses interne Zeichensystem sich nicht 1:1 auf das externe Zeichensystem wie z.B. das der geschriebenen Sprache abbilden lässt. Für Multimedialität ist dabei die Differenzierung nach Deskriptionen und Depiktionen zentral, wie sie u. a. Schnotz 1996 vornimmt:
  - Deskriptionen sind Beschreibungen von Sachverhalten in einer mentalen Symbolsprache (Propositionen),
  - Depiktionen demgegenüber ”innere Bilder” auf der Basis einer analogen internen Repräsentation, in der externe räumliche Relationen strukturell abgebildet werden. Depiktionen haben gegenüber Deskriptionen den Vorteil, dass sie die analoge Wahrnehmung der externen Welt durch die menschlichen Sinne wiederum in eine analoge Darstellung umwandeln, der Strukturabbildungsprozess somit direkter verläuft.

- Frühere kognitionspsychologische Ansätze diskutierten, ob Depiktionen als kognitive mentale Grundrepräsentation anzusetzen seien, oder sog. ”innere Bilder” nicht letztlich ”psychologisch irrelevante Erlebnisqualitäten von geistigen Prozessen” (Schnotz 1996: 147) wären, die auf mentalen Deskriptionen aufbauen. Gegen diese Annahme sprechen die Ergebnisse der Hirnforschung und Neurologie der 90iger Jahre (Siehe Schnotz 1996: Abschnitt 2).

Multimedia und duale Kodierungsthese

- Die duale Kodierungstheorie (siehe Paivio 1986, Mayer 1997) erklärte die Wirksamkeit von Bildern dadurch, dass Texte nur einfach propositional, Bilder dagegen in beiden mentalen Subsystemen, symbolisch und analog dargestellt werden. Da beide Subsysteme, die auf völlig unterschiedlichen Zeichensystemen basieren, miteinander interagieren, führt die Doppelcodierung zu einer besseren Verfügbarkeit und einer kognitiven Entlastung bei der Informationsverarbeitung.
- Die duale Kodierungstheorie konnte nicht erklären, warum verschiedene Visualisierungen unterschiedliche Effekte erzielen. Sie erklärt auch nicht, warum z. B. empirische Untersuchungen zur Wirksamkeit von statischen Bildern versus animierten Bildern keine durchgehende Überlegenheit der Animationserweiterung ergaben. So erzielten in einem empirischen Lerntest Versuchspersonen mit statischen Bildern sogar bessere Ergebnisse als mit Animationen (s. Schnotz/Bannert 1999). Auch ließ sich nicht in allen Fällen eine Verbesserung der Informationsverarbeitung durch das Hinzufügen statischer Bilder nachweisen (s. Schnotz 1996). Deshalb kann man heute davon ausgehen, dass sowohl Texte als auch Bilder doppelt repräsentiert werden, deskriptional und depiktional, wobei unterschiedliche Kontextfaktoren die Repräsentationskonstruktion und Abfrage beeinflussen. In Schnotz/Bannert 1999:216 werden Text- und Bildverstehen ”als anforderungsorientierte Konstruktion von deskriptionalen und depiktionalen mentalen Repräsentationen durch Selektions-, Organisations-, Symbolverarbeitungs- und Strukturabbildungsprozesse sowie Prozesse der mentalen Modellkonstruktion und Modellinspektion angesehen”. Wissen wird somit nicht passiv rezipiert, sondern aktiv und zielgerichtet in Abhängigkeit von beeinflussenden Kontextfaktoren bei Texten und Bildern sowohl deskriptional als auch depiktional zielgerichtet konstruiert. Dies erklärt z.B. empirische Testergebnisse,
    - » ”dass einfachere Bilder Lernende eher zu oberflächlichen Verarbeitung veranlassen, bei der Text- und Bildverstehen einander teilweise ersetzen, während anspruchsvolle Bilder eher zu einer intensiveren Verarbeitung führen, bei der Text- und Bildverstehen einander wechselseitig stimulieren. Außerdem sprechen die Ergebnisse (der von den Verf. durchgeführten Experimente) dafür, dass die Bildoberflächenstruktur zumindest teilweise auf die Struktur des mentalen Modells abgebildet wird und dass die Darbietung einer nicht aufgabenadäquaten Visualisierung mit der erforderlichen mentalen Modellkonstruktion interferieren kann.” (Schnotz/Bannert 1999:216).

- Als Fazit lässt sich festhalten: Mischungen verschiedener Medialitäten und Modalitäten sind erfolgversprechend, erzielen jedoch nicht von vornherein und immer, in jeder Form und in jedem Anwendungskontext – und somit quasi von selbst – einen Gewinn an Verarbeitungseffizienz, Deutlichkeit oder Lernleistung. Diese Erwartungshaltung wurde aus einer inadäquaten - weil zu einfachen - Modellbildung des Text-Bild-Verstehens in der Folge der Entwicklung der dualen Kodierungstheorie in die Informatik übernommen. Aus heutiger Sicht ist nicht in jedem Fall zu erwarten, dass ein Bild mehr wert sei als tausend Worte; entsprechendes gilt für andere Medialitäten und Modalitäten. Für jeden Einzelfall ist die wirksamste Verbindung aus den Anwendungsbedingungen abzuleiten und ihre Vorteile durch Evaluationen nachzuweisen, trotz des zweifelsfrei bestehenden hohen Potenzials multimedialer Lösungen.

Modalität (Sprache, Schrift)

- **Die naive Summationstheorie: „Multimedia spricht mehrere Sinneskanäle an; das verbessert das Behalten" ist empirisch nicht belegt . Es kommt darauf an, die Kombination so auszurichten, dass sich die gewählten Modalitäten und Codierungen gegenseitig ergänzen und nicht behindern . Erläuterungen von Bildern, erst recht von Filmen, können schriftlich schlecht rezipiert werden, weil der visuelle Kanal durch das Betrachten des Bildes bzw. des Filmes bereits beansprucht ist. Hier ist in der Regel, d. h. wenn nicht Umgebungsbedingungen dagegen sprechen, eine lautsprachliche Präsentation vorzuziehen. „Gesprochene Sprache ist einprägsam …, weckt Aufmerksamkeit und wirkt - wegen der paraverbalen Zusatzinformationen (Stimme, Ausdruck usw.) - auch persönlicher als gedruckte Sprache". Lautsprachliche Präsentationen sind jedoch „flüchtig", sie erfolgen in der Zeit, die Rezipienten können nicht frei in dem Text der Präsentation springen, um Bezüge herzustellen. Hierzu sind schriftliche Präsentationen besser geeignet. Wenn bei einer Darstellung solche Verknüpfungen von Teileinheiten für das Verständnis wichtig sind, sind schriftliche Texte erforderlich - u. U. zusätzlich zur lautsprachlichen.**

Codierung

- Für viele Lerninhalte ist eine textliche Erstellung und Präsentation angemessen und völlig ausreichend. Der Aufwand dürfte erheblich geringer sein als eine grafische Darstellung, die auch noch erheblich anfälliger ist für Besonderheiten verschiedener Plattformen und Rechner. Die Entscheidung des Autors darf sich allerdings nicht primär nach Sparsamkeitsgründen, sondern muss sich nach der Angemessenheit für den Lernerfolg richten. Diese Überlegung muss zwei Aspekte berücksichtigen, einmal die Eignung der Präsentation für den Inhalt und die Eignung des Mediums für die Rezeption. Lesen am Bildschirm ist langsam und ermüdend . Die Aufbereitung von Texten sollte eher in kleinen Einheiten, verbunden mit grafischen oder dynamischen Illustrationen, erfolgen. Längere Text sollten also nicht in ein Lernsystem eingebaut werden, wenn nicht davon ausgegangen werden kann, dass sie für die Aufnahme ausgedruckt werden können. Ist diese Bedingung nicht gegeben, sollte auf ein anderes Medium verwiesen werden, statt das Medium Computer für falsche Zwecke zu missbrauchen.

Codierung

- **Eine Kommunikation setzt ein gemeinsames Repertoire an verständlichen Zeichen voraus**
- **Bedeutung kann ererbt sein, wird aber im wesentlichen bewusst oder unbewusst innerhalb einer Kultur erlernt, beruht also auf Konventionen**
- **Bei Konventionen werden nicht nur formale Kodierungen vermittelt, sondern auch emotionale Effekte transportiert,**
  - **rot = eher anregend**
  - **blau = eher beruhigend**

Arten der Codierung

Visuelle Informationen

- **Farbe: Ampeltrio**
- **Gestalt: Symbole, Buchstaben, Worte, Zahlen**
- **Zeit: Abfolge, Bewegung**

Akustische Informationen

- **Schallart**
- **Frequenzbereich**
- **Schalldruckpegel**

Räumliche Informationen

- **Plazierung**
- **Anordnung**

Dynamik der Informationen

- **Bewegung**
- **Reihenfolge**

- Zwerina/Haubner 1987,136f.; TBS 1993, 106ff. -

Organisation

Durch Organisation von Daten kann die Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung von Informationen verbessert werden

Die Organisation kann

a) räumlich: gleichzeitig durch Anordnung (parallel) und
b) zeitlich: nacheinander durch Abfolge (seriell)

erfolgen

Möglichst kombinieren:

- **Speicherung wird durch parallele Darbietung,**
- **Verarbeitung/Verstehen wird durch serielle Darbietung unterstützt**

- Zwerina/Haubner 1987,137f. -

Konsequenzen für die Schnittstellengestaltung

- **kein Lenken der Blickbewegung durch Blinken irrelevanter Objekte**
- **eingehende wichtige Meldungen an der Peripherie darbieten**
- **Strukturierung des Bildschirmaufbaus in klar unterschiedene Bereiche, innerhalb derer Informationen dargeboten und Aufgabensequenzen bearbeitet werden**
- **Sequenz der Bereichsanordnung soll der Sequenz der Dateneingänge und/oder der Verarbeitung entsprechen**

Gestaltgesetze

visuelle Gegenstände werden nicht als Ansammlung von Einzelelementen, sondern nach bestimmten Prinzipien wahrnehmungsmäßig zu Figuren zusammengesetzt erlebt:

- **Gesetz der Nähe**
- **Gesetz der geschlossenen Gestalt**
- **Gesetz der Symmetrie**
- **Gesetz der Gleichartigkeit**
- **Gesetz der guten Gestalt**

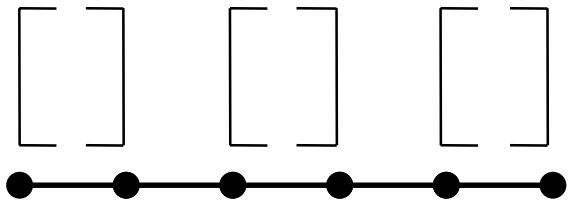
Unter Ausnutzung strukturell informationstragender Punkte („Cues“) werden die redundanten Teile weggelassen und ein figuraler Eindruck gebildet

Determinanten der Objektkonfiguration:

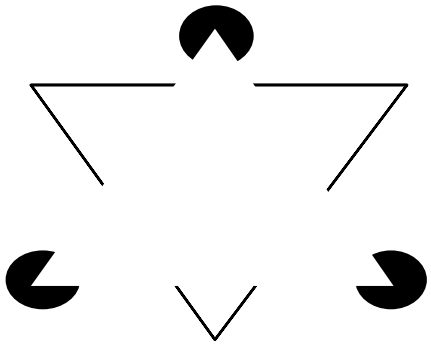
- **Knick-, Wende- und Krümmungspunkte einer Figur**

- Rohr 1988, 31: Klix 1971; Zwerina/Haubner 1987, 138; TBS 1993, 104 -

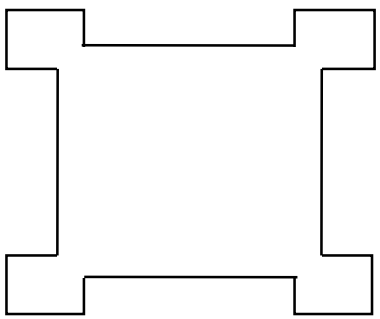
Gestaltgesetze 1:



Gesetz der *Nähe*

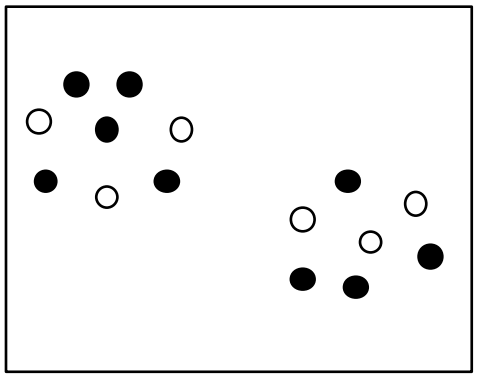


Gesetz der *geschlossenen* Gestalt

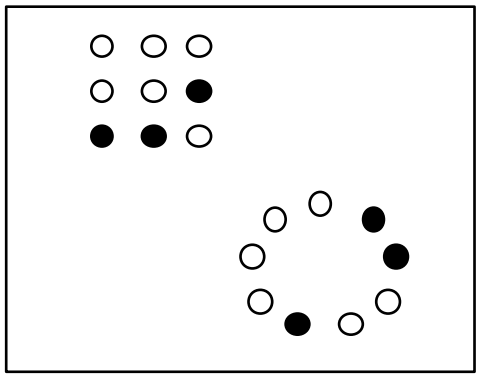


Gesetz der *guten* Gestalt

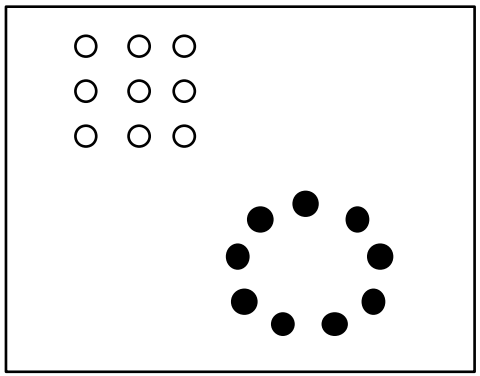
Gestaltgesetze 2:



- **Nähe**



- **Nähe**
- **Symmetrie**



- **Nähe**
- **Symmetrie**
- **Gleichartigkeit**

- Zwerina/Haubner 1987,138 -

Kontrastverstärkung

para-fovealer Teil des Auges mit geringerer Auflösung verstärkt (durch spezielle neuronale Verschaltung) die Kontraste und erleichtert dadurch die Bildung der Gestaltwahrnehmung

Prägnanz

durch Berücksichtigung von Gestaltgesetzen lässt sich eine prägnante Struktur erzeugen, die das Entdecken und Erkennen erleichtert

“Gute“ Gestalt

beruht auf dem Aufdecken von Regelmäßigkeiten innerhalb eines Bildmusters
= beschreibbar durch wenige Regeln

- Rohr 1988, 31; Zwerina/Haubner 1987,138 -

Aufmerksamkeitssteuerung

Verarbeitung von Informationen setzt eine gewisse Aktiviertheit des verarbeitenden Organismus voraus - Vigilanz

Ist diese Aktiviertheit auf speziell zu verarbeitende Informationen gerichtet = Aufmerksamkeit

Funktion der Aufmerksamkeit:

- **selektive Wahrnehmung und Verarbeitung**
- **Auswahl eines angemessenen Verhaltensrepertoires**

Formen der Aufmerksamkeit:

- **verteilte Aufmerksamkeit: simultane Ausführung einer größeren Anzahl von Handlungen/Aufgaben bzw. simultane Ausrichtung auf größere Zahl von Reizen**
  Beispiel: Autofahren
- **fokussierte Aufmerksamkeit: Fähigkeit, irrelevante Informationen zu ignorieren**
  Beispiel: Einradfahren

- Rohr 1988, 33f. -

Klassen von Verarbeitungsprozessen

- **automatisierte Form der Verarbeitung:**

  schnell, parallel, geringer Aufwand, nicht durch Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses begrenzt; steht nicht unter bewusster Kontrolle und ist Zeichen gut entwickelter Fertigkeiten; entwickelt sich durch konsistente Reaktionen auf bestimmte Reize über eine längere Zeit

- **kontrollierte Form der Verarbeitung:**

  langsam, seriell, mit hohem Aufwand, kapazitätsbeschränkt; steht unter bewusster Kontrolle; wird bei neuer, inkonsistenter Information eingesetzt; ist z.B. unnötigerweise erforderlich bei inkonsistenter Funktionstastenbelegung

- Rohr 1988, 34 -

Effekte der Aufmerksamkeit

fokussierte Aufmerksamkeit erfordert kontrollierte Verarbeitung

Schwierigkeiten bei zwei konkurrierenden automatisierten Verarbeitungsprozessen:

- **Farbwörter werden in „falscher“ Farbe dargestellt;**
  Folge: Versuchspersonen benennen die Darstellungsfarbe verzögert und fehlerhäufig
- **Grund: im Auswertungsprozess wird zuerst das Muster als Folge von Buchstaben identifiziert und damit ein automatischer Prozess des Lesens angestoßen, der von der Farbdarstellung abstrahiert;**
  bei der Testaufgabe muss dieser Prozess jedoch unterdrückt werden
- **Ähnliche Effekte lassen sich bezüglich räumlicher Inkonsistenzen beobachten (links/rechts-, oben/unten-Verdrehung)**

- Rohr 1988, 35 -

Blau

Grün

Rosa

Effekte der Aufmerksamkeit

fokussierte Aufmerksamkeit erfordert kontrollierte Verarbeitung

Schwierigkeiten bei zwei konkurrierenden automatisierten Verarbeitungsprozessen:

- Farbwörter werden in „falscher“ Farbe dargestellt;
  Folge: Versuchspersonen benennen die Darstellungsfarbe verzögert und fehlerhäufig
- Grund: im Auswertungsprozess wird zuerst das Muster als Folge von Buchstaben identifiziert und damit ein automatischer Prozess des Lesens angestoßen, der von der Farbdarstellung abstrahiert;
  bei der Testaufgabe muss dieser Prozess jedoch unterdrückt werden
- **Ähnliche Effekte lassen sich bezüglich räumlicher Inkonsistenzen beobachten (links/rechts-, oben/unten-Verdrehung)**

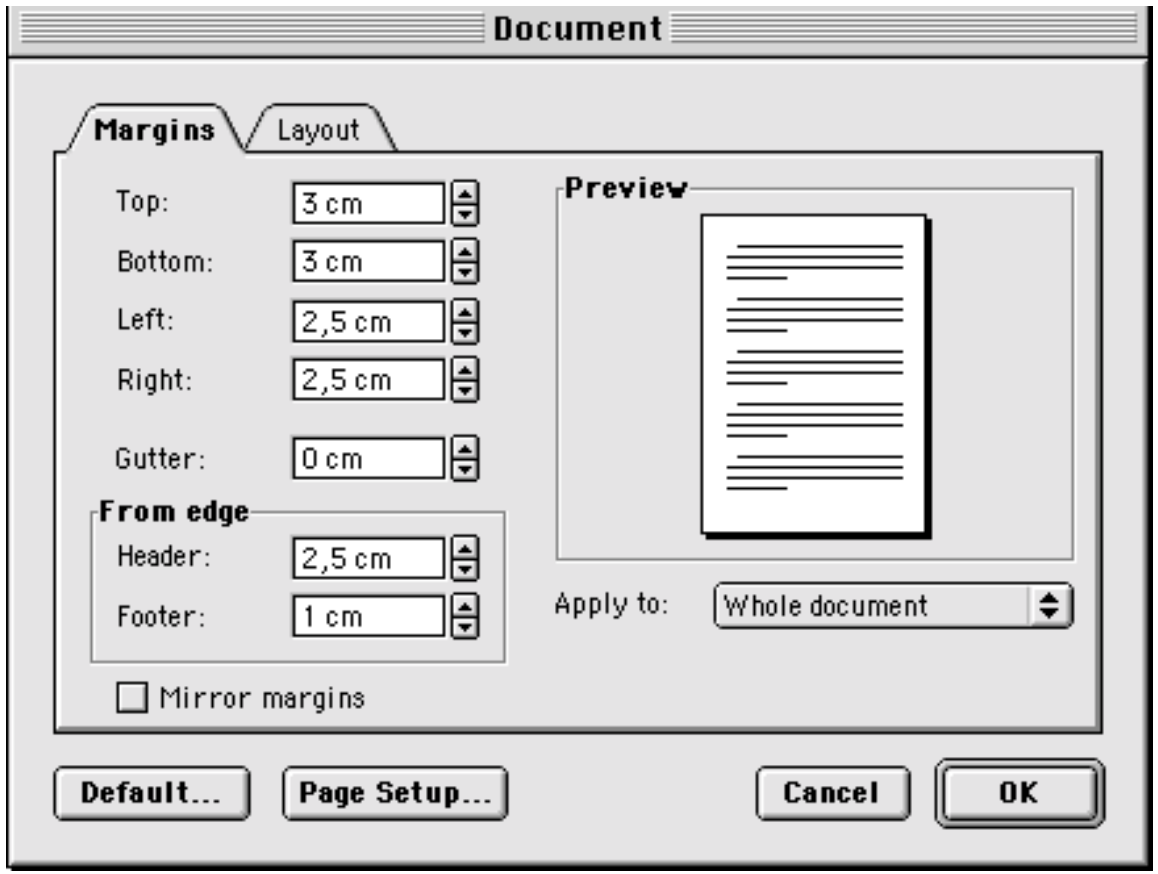
- Rohr 1988, 35 -

Kodierungsstufen

- Die Ergonomieforschung empfiehlt eine sparsame Nutzung von vom Benutzer zu unterscheidenden Reizstufen. Man geht heute von folgenden Maximalwerten aus:

  - a) Farbe: 8-10 Stufen
  - b) Helligkeit: 6 Stufen
  - c) Größe: 5 Stufen.

Definitionsfelder für Seitenränder



Top

Left **Right**

Bottom

Gedächtnis

Gedächtnis

- **Extern gewonnene Informationen werden in „drei Stufen“ verarbeitet:**
  - **Aufnahme in das Arbeitsgedächtnis („Kurzzeitgedächtnis“)**
  - **Abgleich mit langfristig gespeicherten Strukturen**
  - **Integration in die langfristig gespeicherten Strukturen**
- **Arbeitsgedächtnis = aktiver Teil des menschlichen Gedächtnisses**
- **Arbeitsgedächtnis ist limitiert**
  - **auf Ø 5 ± 2 voneinander unabhängige semantische Einheiten (chunks)**
  - **auf ca. 15 Sekunden, dann können sie durch Verarbeitung ins Langzeitgedächtnis transferiert werden**
- **Durch Lernen werden immer größere Sinneinheiten gebildet und damit die Fähigkeit erworben, mehr Informationselemente im Arbeitsgedächtnis simultan zu verarbeiten**

- Rohr 1988, 36, 39; Thissen 2000,56 -

Codierung und Abruf von Informationen

Zwei Arten der Informationscodierung:

- **bildlich räumlich (relational)**
- **begrifflich sequentiell (propositional, prozedural)**

Bei bildlich räumlich (relational) codierten Informationen kann ein paralleler Zugriff erfolgen

Bei propositional codierten Informationen muss der Zugriff seriell erfolgen

- Rohr 1988,36f. -

Beispiel 1 für Abrufunterschiede gemäß Codierung

propositionale Codierung:

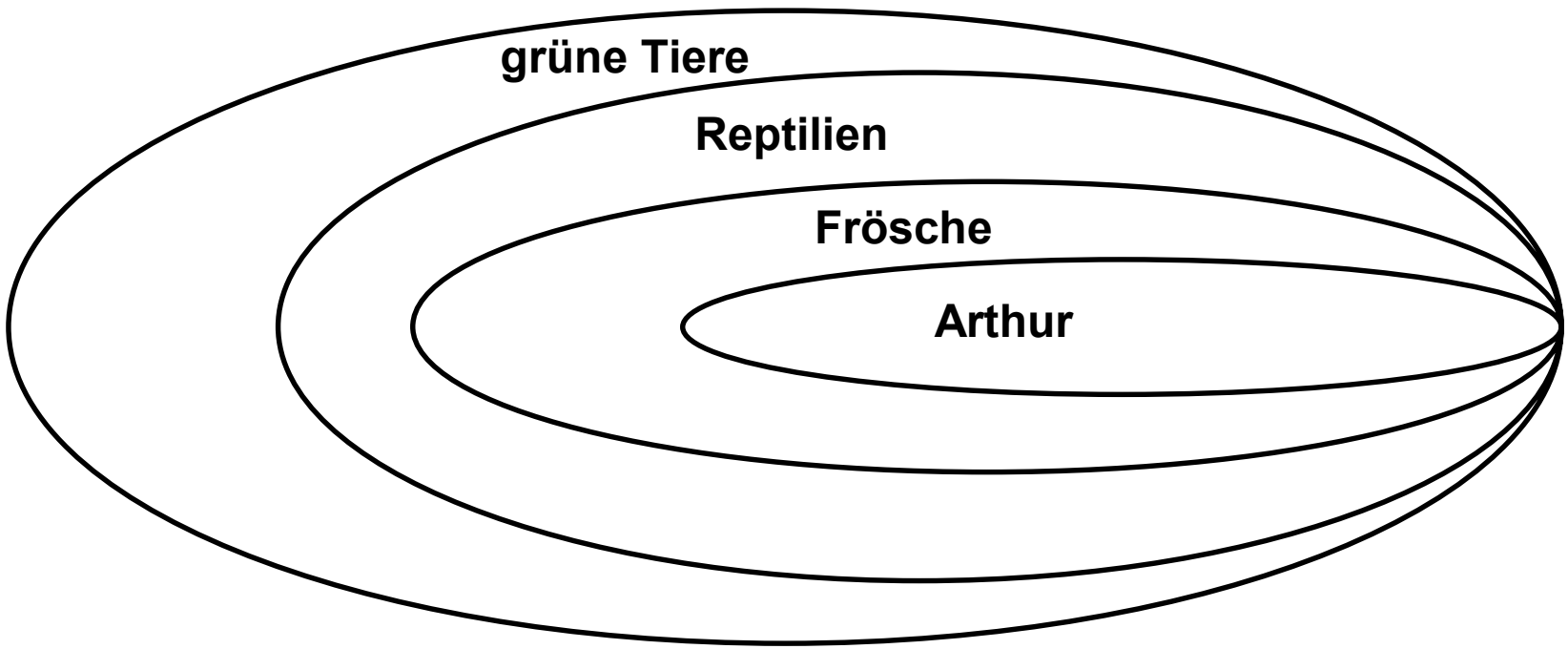
Ist Arthur grün?

Alle Reptilien sind grün

Frösche sind Reptilien

Arthur ist ein Frosch

bildlich räumliche (relationale) Codierung:



- Rohr 1988,36f. -

Beispiel 2 für Abrufunterschiede gemäß Codierung

propositionale Codierung:

Michael ist älter als Betty

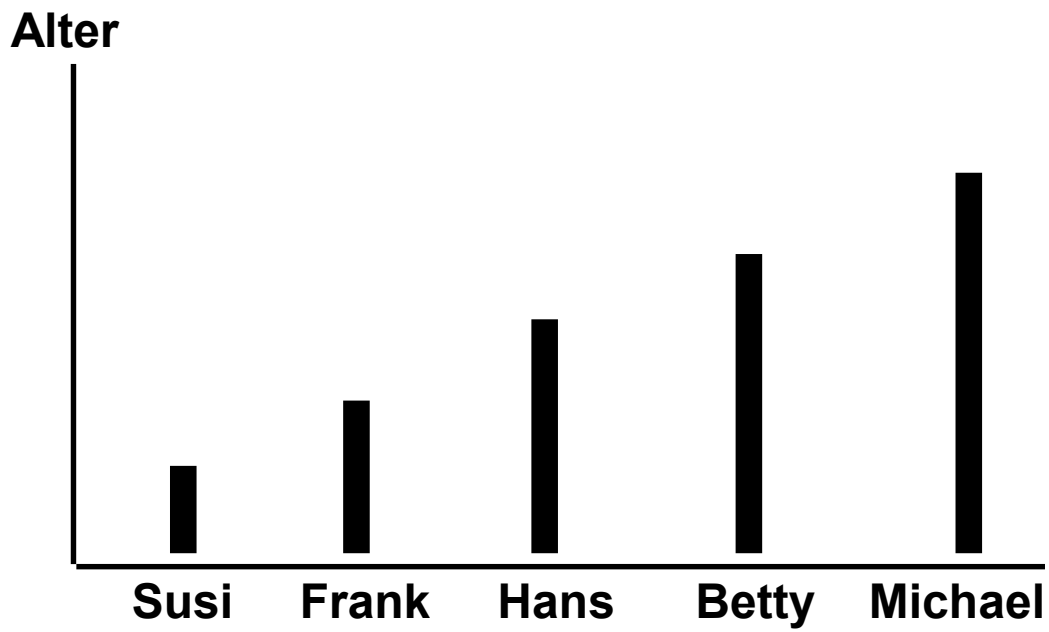
Betty ist älter als Hans

Hans ist älter als Frank

Frank ist älter als Susi

Ist Betty älter als Frank?

bildlich räumliche (relationale) Codierung:



- Rohr 1988,42f. -

Auswirkungen von Codierungsarten auf Informationsauswertung

Codierungsarten haben Auswirkungen auf das

- **Abrufen und Verarbeiten von Informationen (vgl. Arthur-Beispiel)**
- **Behaltbarkeit von Informationen**
  Listen von Wörtern mit räumlicher Struktur werden besser behalten (nämlich als Bild) als solche ohne räumliche Anordnung
- **die Reihenfolge der Darstellung geht bei der räumlichen Strukturierung verloren,**
  es wird eher nach Kriterien der Nähe reproduziert
  Wenn die Reihenfolge für Verstehen oder Behalten wichtig ist, sind sequenzielle Bildfolgen/Videos günstig

- Rohr 1988, 37 -

Anwendung der Codierungsart

- **Synchrone bildlich räumliche Darstellung von Strukturelementen für Aufgaben mit der Notwendigkeit eines unmittelbaren freien Zugriffs auf eine große Menge von Elementen;**
  Operationen müssen eine geringe Zeitabhängigkeit aufweisen:
  keine zeitliche Sequenzierung
- **Sequenzielle propositionale Darstellung für Aufgaben mit hoch komplizierten Ketten von Operationen und streng zeitlicher Abfolge auf einzelne Objekte**

- Rohr 1988, 38 -

Wissensrepräsentation: Kategorienbildung

allgemeine Kategorien: Möbelstücke

primäre Kategorien (Basiskategorien):

Tisch, Stuhl, Vogel, Baum

Mitglieder haben auf der höchstmöglichen abstrakten Stufe den größten gemeinsam *visuell vorstellbaren* (alle Tische werden anhand ihrer Platte und Beine erkannt) und *funktionellen* (auf alle Tische kann man etwas stellen) Nenner daher die geringste Erkennungszeit

Prototypen: *Amsel*

für die Kategorie Vögel Stellvertreter, der die meisten Merkmale aller Mitglieder der Kategorie in sich vereint; für Prototypen ist die Erkennungszeit noch einmal verkürzt

- Rohr 1988, 39 -

Prozess des Wissenserwerbs

Realitätsverständnis basiert auf der Zerlegung komplexer Einheiten (Systeme) in Grundkonzepte, die unmittelbar verständlich sind, und anschließender Integration dieser Grundkonzepte zu komplexeren Einheiten

Die Beschreibung der Grundkonzepte erfolgt in Bildern oder Texten, die für den Benutzer unmittelbar verstehbar sind; bei Kommandos ist oft wenigstens der Name noch sinnstiftend (sprechend) für die vermittelte Funktion

Wörter und Bilder haben zunächst Bedeutung im Alltagswissen

Projektion der Bedeutung auf abstraktes künstliches System: *Metapher*

Metaphern und Metapher-Systeme ermöglichen bzw. erleichtern die Erfassung neuer unbekannter Strukturen

Metaphern erfordern Analyse des Bedeutungsraumes, sonst Fehlannahmen

- Rohr 1988, 44f. -

Metaphern (Carroll/Mack 1985)

- **Aufbau des Dialogs auf vorhandenem Aufgaben- und Handlungswissen, unabhängig vom spezifischen Computersystem**
- **Der im Computersystem repräsentierte Realitätsbereich stellt eine möglichst eindeutige Abbildung eines alltäglichen Realitätsbereichs dar (Streitz ‘88)**
- **Verwendung von Metaphern ist am effektivsten, wenn sie sowohl die Präsentation als auch die Manipulation umfasst, d.h. direkte Manipulation unter Verwendung von Ikonen**

Beispiel: Schreibtisch-Metapher, Raum-Metapher

- Eberleh 1988, 115 -

Ikonen

- **Ikonen sind bildliche Darstellungen von Objekten oder Aktionen als Darstellungsübertragungen aus der realen Welt.**
- **Ikonen bieten die Möglichkeit, elektronische Gegenstände am Bildschirm direkt zu manipulieren.**
- **Die Bedeutung der Ikonen sollte für den Benutzer sofort erkennbar sein,**
  - **durch die Gestaltung,**
  - **durch den Kontext,**
  - **durch die Benennung.**

Metaphern

- **dienen dazu, neue Inhalte/Strukturen und bereits vorhandene zu integrieren**
- **müssen angemessen sein und aufgrund von technischen und kulturellen Entwicklungen auf ihre kognitive Adäquatheit überprüft werden**
- **dürfen nicht zu spezialisiert sein, sonst können sie nicht mehr alle Strukturmerkmale eines Systems beschreiben**

- Rohr 1988, 27 -

Mentale Modelle

Zielgerichtete Nutzung von Informationssystemen erfordert zutreffende Vorstellungen von
- **der Wirkungsweise des Systems und**
- **seinen eigenen Handlungsmöglichkeiten**

Dies erfordert Durchschaubarkeit und Vorhersehbarkeit von
- **Prozessen und**
- **Zuständen**

Entsprechende tätigkeitslenkende Vorstellungen und Kenntnisse = mentales Modell des Benutzers über das System

Entwicklung solcher Modell ist unterstützungsbedürftig:
- **grafische Veranschaulichung und begriffliche Benennung von Funktionen (Redundanz)**
- **animierte Darstellung von Prozessen**

- Hacker 1987, 37f. -

Arbeitswissenschaft

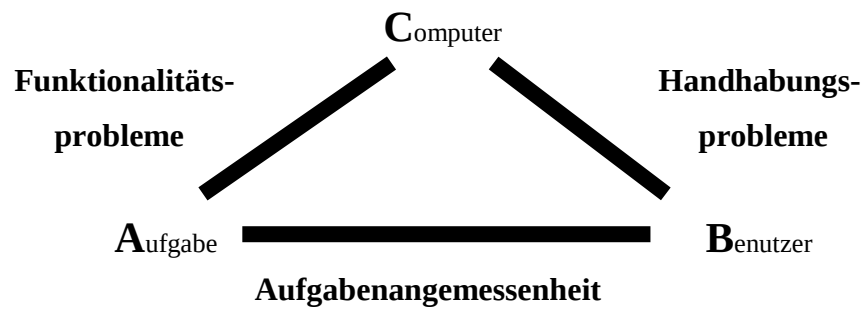
Software-Gestalter als Arbeitsgestalter

- **keine Beschränkung auf Gestaltung benutzerfreundlicher Schnittstellen**
  (Anpassung einer Maschinenoberfläche an den Menschen:
  zwar **einfacher, nicht zusätzlich beanspruchender, fehlerrobuster, selbsterklärender und verlässlicher Dialog,**
  aber **u.U. anforderungsarme, monotone Aufgabe)**
- **Gestaltung (geistiger) Arbeit sollte sich nicht auf unerlässliche** ***Schnittstellengestaltung*** **und** ***Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungsgestaltung*** **beschränken, sondern über die Arbeitsinhalte das Gestalten** ***anregender Arbeitstätigkeit*** **einschließen**

- Hacker 1987, 30 -

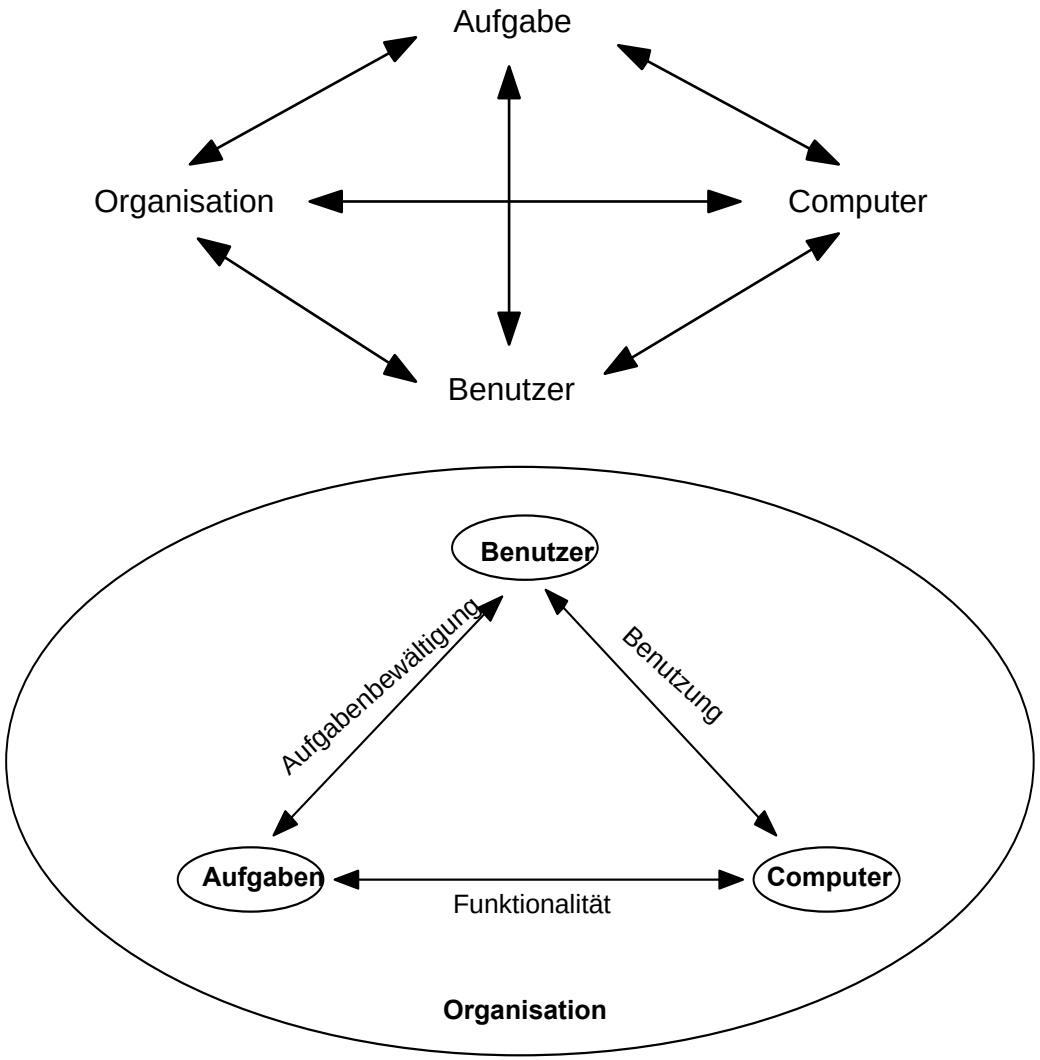
Elemente des Arbeitssystems (Software-Ergonomie ABC)

- **Aufgaben: (Aufgabenanalyse, Repräsentation von Arbeitsaufgaben, Aufgaben- und Tätigkeitsinhalte)**
- **Benutzer(gruppe): (anatomische, physiologische, psychologische Eigenschaften, kommunikative Aspekte, Aus- und Vorbildung)**
- **Computer: Kapazitäten, Geschwindigkeit, Antwortzeiten, Verlässlichkeit, Interaktionsmöglichkeiten**



- Frese/Brodbeck 1989; Fähnrich/Ziegler 1987 -

Leavitt-Raute



Sachprobleme und Interaktionsproblem

zwei Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion:

- **Ebene des Anwendungssystems (Funktionalität: Nützlichkeit, utility)**
  hier: Abgleich mit den inhaltlichen Problemstellungen des Benutzers

- **Ebene der Benutzerschnittstelle (Interaktion: Handhabbarkeit, usability)**
  hier: Abgleich mit den Handhabungsproblemen des Benutzers

$\sum$ = Verwendbarkeit

- Streitz 1988; Shackel 1985 -

Organisationsprinzipien

Eine technozentrierte Arbeitsgestaltung organisiert die Funktionsteilung zwischen Mensch und Rechner um den Rechner herum: dem Menschen fällt die *Restfunktion* zu
z.B. anforderungsarme und monotone Dateneingabe, die nur das Wahrnehmen und Behalten fordert, während das „Denken“ (Verarbeitung) der datenverarbeitenden Maschine zufällt

damit wird der sinnzerstückelnden Arbeitsteilung zwischen Menschen in der tayloristischen Tradition eine neue Komponente hinzugefügt

Software-Gestaltung muss von Anfang an als Arbeitsgestaltung betrieben werden, so dass der Rechner die *Gesamtaufgabe des Menschen* unterstützt

- Hacker 1987, 30, 34: Volpert 1985 -

Primat der Aufgabengestaltung im Prozess

Aufgabenfestlegung erfolgt faktisch ganz am Anfang einer Systementwicklung, meist schon bei der Problemanalyse

Verläuft oft unbemerkt bei scheinbar anders zentrierten Entscheidungen, z. B. über organisatorische oder technische Festlegungen

Aufgabenfestlegung sollte bewusst und unter kompromisslosem Einbezug der Gesamtaufgabe einer organisatorischen Einheit und auf der Basis der Problemanalyse erfolgen

- Hacker 1987, 31 -

Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine

Aufgaben werden nicht vollständig auf das System verlagert, lassen sich nicht vollständig automatisieren.

Menschen müssen die Systeme bedienen und kontrollieren können.

Zunahme solcher Benutzer, die nicht über eine formale Ausbildung im Umgang mit dem Computer verfügen (task professionals but not DP professionals).

--> entweder exzessive Aus- und Weiterbildung sowie Training on-the-job für Systeme oder exzessive benutzergerechte Gestaltung der Systeme oder Kombination von beidem

Wenn benutzergerechte Gestaltung, dann Rücksicht nehmen auf Unterschiede der beiden informationsverarbeitenden Systeme:

- **Rechner und Mensch**
- **in Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken, Motivation**

Entwickler sind nicht darauf vorbereitet, auf diese Unterschiede einzugehen; sie orientieren sich (bestenfalls) an einer Aufgabenanalyse und beurteilen die Handhabungsgestaltung nach gesundem Menschenverstand, d.h. „Technikerverstand“

- Streitz 1988,5; Shneiderman 1987 -

Aufgaben- und benutzerorientierte Systemgestaltung

Aufgabenzentriertheit erfordert Unterstützung bei der Bearbeitung des Sachproblems durch aufgabenkompatible und flexible Funktionalität

Benutzerorientiertheit erfordert Unterstützung bei der Bewältigung des Interaktionsproblems durch „einfache“ Handhabungsmöglichkeiten:

kognitive Kompatibilität

= Minimum an Diskrepanz zwischen Vorwissen des Benutzers und den im System verwendeten Wissensrepräsentationen

= sinnvolle Zuordnung von Darstellungsformen und geforderten (Denk-)Leistungen, die gedächtnisfreundlich sind und dadurch die kurz- wie langfristige Merkfähigkeit fördern

- Streitz 1987; 1988, 10; Spinas/Troy/Ulich 1983, 53f. -

Stärken *menschlicher* Informationsverarbeitung

- **Erkennen komplexer Informationsinhalte, z.B. natürliche Sprache**
- **schnelles Erkennen ganzheitlicher komplexer Reizkonfigurationen, z.B. Szenen**
- **Erkennen von Kategoriezugehörigkeiten bei nicht eindeutig definierbaren/schwach strukturierten Kategorien**
- **Flexibilität der Informationssuche, des Entscheidens und des Handelns auch in neuartigen Situationen durch Auswahl und Anpassung von Regeln und Handlungsschemata, durch induktives Schließen, Verallgemeinern verschiedener Beobachtungen, Verwenden von Analogien und durch sonstige Problemlösungsprozesse zur Entwicklung neuartiger Lösungen**
- **Konzentration oder Einschränkung auf wesentliche Informationen und Aufgaben bei Informationsüberschuss**
- **sehr feine motorische Anpassung bei der Bedienung von Instrumenten**
- **praktisch unbegrenzte Lernfähigkeit zur Entwicklung von Wissensstrukturen, Wahrnehmungsschemata, Handlungsschemata sowie von kognitiven und motorischen Fertigkeiten**

- Wandmacher 1993, 19f. -

Stärken *maschineller* Informationsverarbeitung

- **Entdecken eindeutig definierter Signale oder Ereignisse**
- **Messen und Zählen physikalischer Größen**
- **schnelles und zuverlässiges Speichern umfangreicher Datenmengen, deren Elemente nicht aufeinander bezogen sind**
- **Zugriff auf gespeicherte Daten, sofern diese eindeutig definiert und die Zugriffswege spezifiziert sind**
- **schnelle, zuverlässige Reaktion auf eindeutig definierte Eingangssignale**
- **Ausführen von Programmen und simultanes Ausführen mehrerer Programme**
- **deduktive Operationen, formale Logik, Anwenden von Definitionen und Regeln zur Identifikation von Objekten**
- **zuverlässige ermüdungsfreie Performanz über längere Zeitspannen**
- **zuverlässige Performanz auch unter hoher Belastung, z.B. bei Lärm oder hoher Signaldichte, kein Performanzverlust durch ablenkende Ereignisse**

- Wandmacher 1993, 19f. -

Arbeitsgestaltungselemente

- **Gestaltung der Arbeitsinhalte und Aufgaben**
- **Gestaltung der Arbeitsumgebung**
- **Gestaltung der Arbeitsplätze**
- **Gestaltung der Arbeitsmittel**
- **Gestaltung der Einführungsstrategien neuer Techniken**
- **Gestaltung der Ausbildung und Qualifikation**

- Hacker 1987, 31 -

Ebenen der Arbeitstätigkeit

- **Gesamtaufgabe: wird mit der organisatorischen Grundkonzeption und der Arbeitsteilung zwischen den beteiligten Akteuren festgelegt**
  Gestaltungskriterium: Prinzip der vollständigen Tätigkeiten
- **Teilaufgaben: werden mit der Funktionsteilung zwischen Mensch und Arbeitsmitteln (hier: Hard- und Software) festgelegt**
  Gestaltungskriterium: (geistige) Anforderung an Menschen und Nützlichkeit für die Erfüllung der Gesamtaufgabe
- **Informationsfelder: aufgabenbezogene Gestalten kompletter Informationsfelder; Auswahl der relevanten Informationen**
- **Einzelinformationen: optimale Kodierung, Sicherung der Lesbarkeit und des Identifizierens angebotener Informationen**
- **Ausführungsbedingungen: Gewährleistung angemessener Arbeitsplätze, Arbeitsumgebungen und Arbeitszeitorganisation**

- Hacker 1987, 33 -

Aufgaben

- **werden zielorientiert bearbeitet**
- **sind charakterisiert durch Ziele (und Unterziele) sowie durch Operationen und Methoden, mit denen der Zielzustand erreicht werden kann**
- **sind Mengen von Aktionen, die dem Erreichen eines antizipierten Zielzustandes, ausgehend von einem vorgefundenen Ist-Zustand, dienen**

- Card/Moran/Newell 1983; Lepat 1981 -

Theorien und Methoden der Aufgabenbeschreibung

- **Action Grammar (Reisner)**
- **Command Language Grammar (Moran)**
- **Task Action Grammar (Green, Schiele, Payne)**
- **Goals - Operations - Methods - Selection rules (Card, Moran, Newell)**
- **Extended Task Action Grammar (Tauber)**

Zugeordnet: Methoden und Tools zur Aufgabenmodellierung

Handlungstheoretische Hierarchie

- ***Tätigkeiten*** **anhand der sie initiierenden *Motive***
- ***Handlungen*** **als bewussten *Zielen* untergeordnete Prozesse**
- ***Operationen*** **, die unmittelbar von den *gegenständlichen Bedingungen* zur Erlangung des konkreten Ziels abhängen**

- Ulich 1988, 52; Leontjew 1979, 108 -

Arten/Stufen geistiger Tätigkeiten

0 **psychisch automatisierte sensu-motorische Regulation**

1 **bewusste Informationsübertragung**

2 ***vollständig* durch Vorgabe von Regeln bestimmte Informationsverarbeitung als Klassifizieren/Schließen**

3 ***unvollständig* durch Vorgabe von Regeln bestimmte Informationsverarbeitung als Klassifizieren/Schließen**

4 ***vollständig* durch Vorgabe von Regeln bestimmtes algorithmisches Denken**

5 ***unvollständig* durch Vorgabe von Regeln bestimmtes algorithmisches Denken**

6 **auf Situationsanalyse zentriertes Problemlösen**

7 **verfahrenszentriertes Problemlösen**

8 **auf geschlossene Probleme bezogenes Problemlösen**

9 **auf offene Probleme bezogenes Problemlösen (kreativ)**

- Hacker 1987, 36, 38: Rudolph/Schönfelder/Hacker 1987 -

Merkmale vollständiger Tätigkeiten

sequenziell **vollständige Tätigkeiten umfassen**

- **Vorbereitungsfunktionen (Aufstellen von Zielen, Entwickeln von Vorgehensweisen)**
- **Aufgabenausführung**
- **Organisationsfunktionen (Abstimmen der Aufgaben mit anderen Arbeitenden) und**
- **Kontrollfunktionen**

hierarchisch **vollständige Tätigkeiten stellen Anforderungen auf verschiedenen, einander abwechselnden Ebenen der Tätigkeitsregulation:**

- **intellektuelle Problemlösungsvorgänge**
- **motorische Bewegungsvorgänge**
- **sensorische Kontrollvorgänge**

- Hacker 1987, 34 -

Merkmale unvollständiger Tätigkeiten

- **Fehlen ausreichender Aktivität (ausreichend häufiges und initiatives Eingreifen in technologischen Prozess)**
- **Fehlen von Zielsetzungs- und Entscheidungsmöglichkeiten**
- **Fehlen von Denkanforderungen (v.a. bei der Tätigkeitsvorbereitung, v.a. nicht-algorithmischer, schöpferischer Art)**
- **Fehlen von Kooperationsmöglichkeiten (über Gedankenaustausch und Kommunikation hinaus)**
- **Fehlen von Disponibilitäts- und Lernanforderungen (Qualifikationsausschöpfung und -erweiterung)**

- Hacker 1987, 35 -

Tätigkeitsspielraum ermöglicht Individualisierung

Möglichkeit zu inhaltlichen und zeitlichen Entscheidungen:

- **Beeinflussbarkeit der Arbeitssituation**
- **Vorhersehbarkeit der Arbeitssituation**
- **Durchschaubarkeit der Arbeitssituation**

Kann sich bei computergestützer Arbeit bei Nutzung von Hilfe zeigen in:

- **freien Bewegungsmöglichkeiten in Hilfesystemen**
- **wählbaren Hilfesystemen**
- **wählbaren Darstellungsformen von Informationsangeboten**

- Hacker 1987, 37: Ulich 1986; Raum 1986; Spinas 1987 -

Tätigkeitsspielraum

- ***Handlungsspielraum*: Summe der Freiheitsgrade zu unterschiedlichem aufgabenbezogenem Handeln in Bezug auf Verfahren, Mitteleinsatz und zeitliche Organisation (bestimmt den Grad der Flexibilität bei der Ausführung einer Tätigkeit)**
- ***Gestaltungsspielraum*: Möglichkeit zur selbstständigen Gestaltung der Vorgehensweise (bestimmt das Ausmaß an Variabilität einer Tätigkeit)**
- ***Entscheidungsspielraum*: Umfang der Entscheidungskompetenz einer Person/Gruppe (bestimmt das Ausmaß der mit einer Tätigkeit verbundenen Autonomie)**

- Ulich 1988, 53ff. -

Differenzielle Arbeitsgestaltung

- **Prinzip der flexiblen Arbeitsgestaltung:**
  Arbeitssysteme sollen unterschiedliche Arbeitsweisen zulassen
- **Prinzip der differenziellen Arbeitsgestaltung:**
  Arbeitssysteme sollen ein gleichzeitiges Angebot verschiedener Arbeitsstrukturen beinhalten
  (inter-individuelle Unterschiede)
- **Prinzip der differenziell-dynamischen Arbeitsgestaltung:**
  Arbeitssysteme sollen sich den unterschiedlichen Stadien der Systemkenntnisse des Benutzers anpassen (lassen) können
  (intra-individuelle Unterschiede)

- Ulich 1988, 56f. -

Faktische Nutzung des Handlungsspielraums

Benutzer wählen situationsspezifisch die geeignetere Dialogform zur Bewältigung der auftretenden Belastungen aufgrund von: Zeitdruck, äußeren Einflüssen wie Bürolärm etc.

- Streitz 1987, 51: Eberleh/Korfmacher/Streitz 1987 -

Arten der Arbeitsgestaltung

- **korrigierende Arbeitsgestaltung (finanzielle Belastungen für den Arbeitgeber und psycho-physische Belastungen für die Arbeitnehmer)**
- **präventive Arbeitsgestaltung (Vermeidung von Gefahren)**
- **prospektive Arbeitsgestaltung (Förderung der Persönlichkeit)**
- **projektierende Arbeitsgestaltung, z.B. bezüglich:**

  - Veränderlichkeit oder gleichartige Wiederholung von Aufträgen
  - Anzahl und Art anforderungsverschiedener Teiltätigkeiten
  - zeitliche Freiheitsgrade
  - Typ des Dialogs

- **gleichzeitiges und gleichgewichtiges Gestalten**
  - technisch-fachlicher und
  - sozialer Aspekte

- Hacker 1987, 39; Ulich 1988, 49f. -

Arbeitswissenschaftliche Kriterien

Ausführbarkeit: anthropometrische, sinnesphysiologische Normen einhalten, z.B. Erkenn-/Lesbarkeit, unterschwellige Signale

Schädigungslosigkeit: Gesundheitsschäden/Unfälle durch Umweltfaktoren (Licht, Lärm, Toxine, Strahlen) und durch körperliche und psychische Belastungen (GR-Büros, Mobiliaranordnung) vermeiden

Beeinträchtigungslosigkeit/Zumutbarkeit: Fehlbeanspruchung durch Über- oder Unterforderung psycho-physische Belastungen über die Zeitdimension ---> Monotoniewirkung

Persönlichkeitsförderlichkeit: Anforderungsvielfalt, eigene Entwicklungsmöglichkeiten, Anregungen
Konflikt zu (resignativer) Zufriedenheit, Gewöhnung an Anforderungsarmut, Verkümmerung von Fähigkeiten, Senkung des Anspruchsniveaus

- Hacker 1986, 511f. -

Kriterien menschlicher Arbeitstätigkeit

Schädigungsfreiheit: physisch und psycho-physischer Aspekt,
objektiv feststellbar, z.B. ergonomisch ungünstige Haltung führt zu Rheuma

Beeinträchtigungslosigkeit: psycho-sozial, schlecht objektivierbar, z.B. Isolation führt zu Depression; Stress führt zu Herzleiden

Zumutbarkeit: gruppenspezifisch, wert-/normabhängig, z.B. einförmige Tätigkeit bei hoher Qualifikation führt zu Frustration

Persönlichkeitsförderlichkeit:

- **Kompetenz (Qualifikation, Professionalität)**
- **Handlungsspielraum (Vollständigkeit, Freiheitsgrade)**
- **Handlungskontrolle (Direktheit der Rückkopplung)**

- Spinas/Troy/Ulich 1983, 14ff.; Ulich 1988 -

Kriterien humaner Arbeitsgestaltung

Ganzheitlichkeit (Ulich) bzw. vollständige Tätigkeit (Hacker):

- **sinnvoller Aufgabenzusammenhang**
- **klares Anfangs- und Abschlussprodukt**

Anforderungsvielfalt bzw. Abwechslungsreichtum:

- **planende, ausführende und kontrollierende Tätigkeiten**
- **Balance zwischen Unter- und Überforderung**
- **Anforderungen an verschiedene Sinnesorgane**

Autonomie:

- **Freiheitsgrade: Abfolge, Mittel-/Weg-Entscheidungen**
- **zeitliche Einteilung, individ. Vorgehen, eigener Stil + Handlungsstrategien**

Soziale Interaktion bzw. Kooperationserfordernis:

- **Vermeidung sozialer Isolation, z.B. durch ausschließliche MMK**
- **Erhaltung/Entfaltung sozialer Fähigkeiten und Handlungskompetenz**

Lernmöglichkeiten:

- **Entwicklungs-/Qualifizierungsmöglichkeiten**
- **Zukunftsperspektiven**

- Spinas/Troy/Ulich 1983, 18ff.; Ulich 1988, 55 -

Humane Arbeit

“Als human werden Arbeitstätigkeiten bezeichnet, die die psycho- physische Gesundheit des Arbeitstätigen nicht schädigen, ihr psycho-soziales Wohlbefinden nicht - oder allenfalls vorübergehend - beeinträchtigen, ihren Bedürfnissen und Qualifikationen entsprechen, individuelle und/oder kollektive Einflussnahme auf Arbeitsbedingungen und Arbeitssysteme ermöglichen und zur Persönlichkeits-entwicklung im Sinne der Entfaltung von Potenzialen und Förderung von Kompetenzen beizutragen vermögen.“

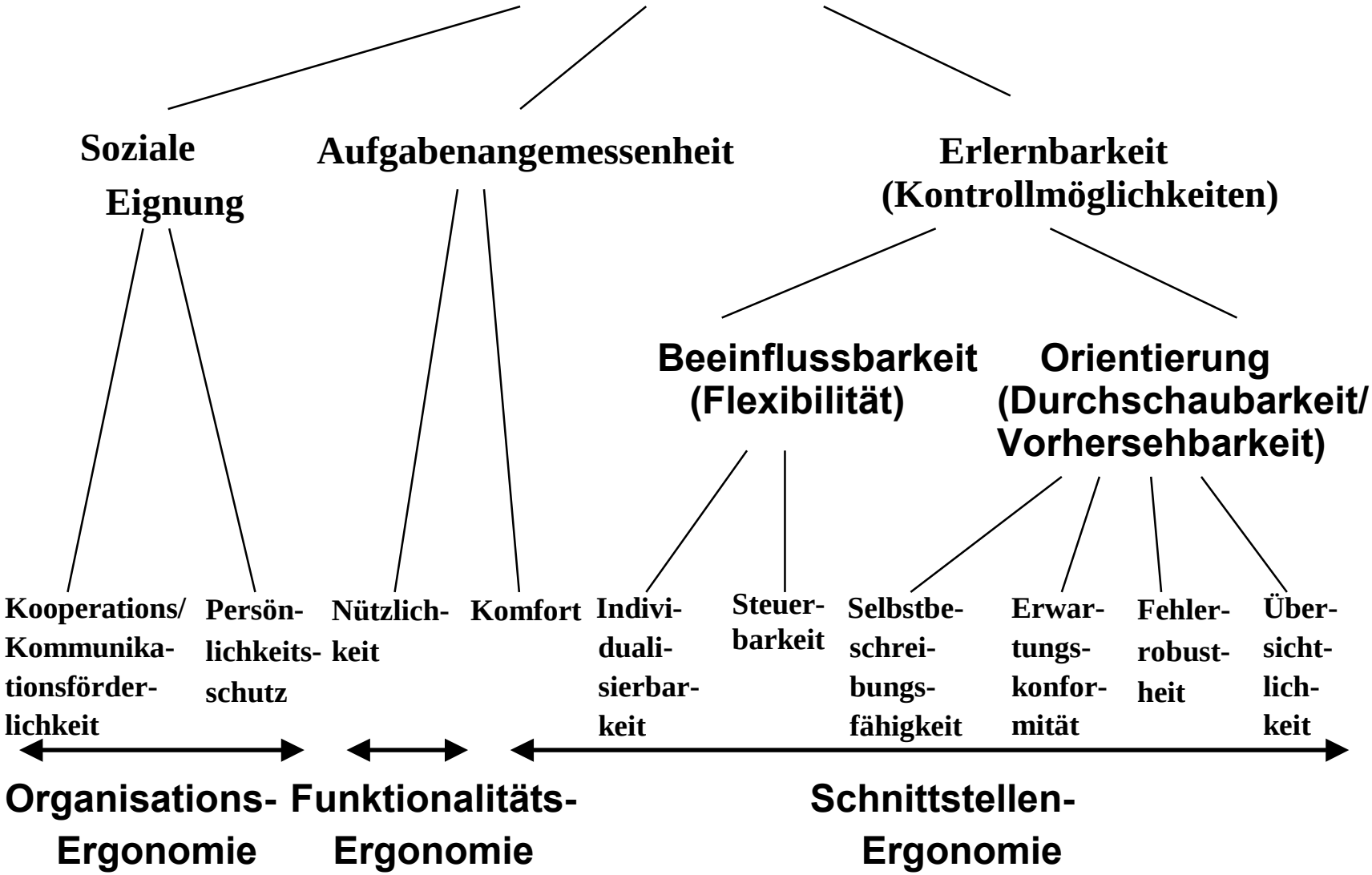
- Ulich 1988, 49 -

Kriterien der Benutzerfreundlichkeit

- **Transparenz (Meldungen über Befehlsannahme und /verarbeitung)**
- **Konsistenz (verlässliche Antwortzeiten, vorhersehbare und einheitliche Systemleistungen)**
- **Toleranz (anhaltbare/modifizierbare Systemleistungen)**
- **Kompatibilität (Übereinstimmung mit (üblichen) Vorlagen, Sprachgebrauch; Verknüpfbarkeit verschiedener Systemleistungen)**
- **Unterstützung (Dialoghilfen, Rückfragemöglichkeiten)**
- **Flexibilität/Individualisierbarkeit (Wählbarkeit von Abfolge und Geschwindigkeit des Dialogs)**
- **Partizipation (Gelegenheit zur Einflussnahme auf den Gestaltungsprozess für die Benutzer)**

- Ulich 1988, 57f. -

∑: Menschengerechte Software-Gestaltung



Ziel der Arbeitsgestaltung

- **Erhöhung der Effektivität des Gesamtsystems aus menschlichen und technischen Leistungen**
- **psychische und psycho-physische Beanspruchungsoptimierung**
- **Stabilisierung der psychischen Gesundheit und Persönlichkeitsentwicklung inkl. Lernchancen**

- Hacker 1987, 30 -

Effekte humaner Arbeitsgestaltung

- hohe intrinsische Motivation
- hohe Qualität der Arbeitsleistung
- hohe Arbeitszufriedenheit
- niedrige Abwesenheit und Fluktuation

Normen und Richtlinien

Normen & Richtlinien

- VDI-Gemeinschaftsausschuss „Bürokommunikation“ [AA 5005: Software-Ergonomie]
- DIN 66.234 (Bildschirmarbeitsplätze) [Teil 8: Grundsätze ergonomischer Dialoggestaltung]
- CEN 29241 „Ergonomic Requirement for Office Work with Video Display Terminal (VDTs“) - Part 10 Dialoggrundsätze
- ISO 9241 „Ergonomic Requirement for Office Work with Video Display Terminal (VDTs“) - Part 10 Dialoggrundsätze
- CCITT (WP 1 „MMI“; WP 2: „HUman Factors“)
- ECMA (TC 28: „Ergonomic of Work Stations“)
- EVADIS-Prüfverfahren

Nutzung von Normen

Zweck von Normen: Sicherheit, Effizienz, Ökonomie (Kompatibilität, Wiederverwendbarkeit, Austauschbarkeit)

Normen müssen

- **übersetzt werden in spezifischere Regeln und Algorithmen und**
- **zugeschnitten werden auf individuelle Benutzer-, Aufgaben- und Umgebungsbedingungen durch Selektion, Interpretation und Modifikation**

Normen umsetzen setzt Normen kennen voraus

- **Nur wenige Programmierer kennen die Normen (22% von 82 Programmierer in 50 SW-Firmen kannten die DIN, nur 1% die (damals neuen) ISO-Normen)**

Beimel,Hüttner, Wandke 1992

Gestaltungskriterien nach VDI 5005

- **Kompetenzförderlichkeit**

  (kompetenten Umgang mit dem System ermöglichen, Verständlichkeit, Transparenz, Übersichtlichkeit, Erlernbarkeit, Übertragbarkeit)

- **Handlungsflexibilität**

  (Anpassbarkeit an unterschiedliche Personen und Organisationen, schwankende Kenntnisse der Benutzer, individuelle Gewohnheiten)

- **Aufgabenangemessenheit**

  (aufgabenorientiert anstatt funktionsorientiert, Orientierung an Objekten der realen Bürowelt, objektorientierte Benutzerschnittstellen)

Industrielle Design Guides

Open Look (Sun)

Motif (Open Software Foundation, IBM, DEC, HP, Appollo)

SAA (System Application Architecture, IBM)

CUA (Common User Access)

BIDG (Basic Interface Design Guide (for non-programmable terminals)

AIDG (Advanced Interface Design Guide (for programmable workstations)

SNI Styleguide

Apple Styleguide

Guidelines sollen Konsistenz und Ökonomie gewährleisten, ob sie in jedem Fall auch ergonomisch „gut“sind, ist eine andere Frage

Evaluationsrichtlinien nach DIN 66.234, Teil 8:

Ausgangspunkt: Empirische Erhebung von 1977 mit 7 Faktoren, von denen 2 aus DIN eliminiert, in ISO/CEN aber wieder aufgenommen wurden!

- **Aufgabenangemessenheit**
- **Selbstbeschreibungsfähigkeit**
- **Steuerbarkeit**
- **Erwartungskonformität**
- **Fehlerrobustheit**

Einsprüche: „Die Kriterien sind nicht überprüfbar“
In der Tat kein Prüfverfahren verabschiedet

- Erläuterung und Beispiele in TBS 1993, 94-102 -

Aufgabenangemessenheit

- **Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er die Erledigung der Arbeitsaufgabe des Benutzers unterstützt, ohne ihn durch Eigenschaften des Dialogsystems unnötig zu belasten.**
- **Tätigkeiten, die sich aus der technischen Eigenart des Dialogsystems ergeben, sollen im allgemeinen durch das System selbst ausgeführt werden.**
- **Beispiel: Die Positionsmarke wird im Anzeigebereich des Bildschirms automatisch so platziert, wie es vom Arbeitsablauf her zweckmäßig erscheint.**

Characteristics of well designed tasks (ISO 9241, Part 2)

Whilst contributing to the main purpose of the visual information processing system, appropriate and efficient design for office tasks should:

- **Recognise the experience and capabilities of the user populations.**
- **Provide for the application of an appropriate variety of skills, capabilities and activities. (Anforderungsvielfalt)**
- **Ensure that the task performed are identifiable as whole units of work rather than fragments. (Ganzheitlichkeit)**
- **Ensure that the tasks performed make a significant contribution to the total function of the system which can be understood by the user. (Durchschaubarkeit)**
- **Provide an appropriate degree of autonomy to the user in deciding priority, pace and procedure. (Autonomie)**
- **Provide sufficient feedback on task performance in terms meaningful to the user. (Feedback)**
- **Provide opportunities for the development of existing skills and the acquisition of new skills with respect to the tasks concerned. (Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten)**

Selbstbeschreibungsfähigkeit

- **Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn dem Benutzer auf Verlangen Einsatzzweck sowie Leistungsumfang des Dialogsystems erläutert werden können und wenn jeder einzelne Dialogschritt unmittelbar verständlich ist oder der Benutzer auf Verlangen dem jeweiligen Dialogschritt entsprechende Erläuterungen erhalten kann.**
- **Beispiel: In einer Dialogsituation ist eine Funktion nicht aufrufbar; die Gründe hierfür werden dem Benutzer erklärt.**

weiterhin:

- **vollständige Funktionsübersicht für den jeweiligen Benutzer zu einem bestimmten Zeitpunkt**
- **kontextabhängige Erklärungen**
- **Anlehnung an die Begriffswelt des Benutzer**
- **Vermeidung systemspezifischer Ausdrücke**

Steuerbarkeit

- **Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer die Geschwindigkeit des Ablaufs sowie die Auswahl und Reihenfolge von Arbeitsmitteln oder Art und Umfang von Ein- und Ausgaben beeinflussen kann.**
- **Beispiel: Der Benutzer setzt seine Eingabetätigkeit fort, obwohl er Ausgaben auf vorangegangene Eingaben noch nicht erhalten hat, wenn kein Zwang besteht, diese Ausgaben abwarten zu müssen.**

weiterhin:

- **benutzerseitig wählbare Reihenfolgen der abzuarbeitenden Teilziele**
- **Möglichkeit, mehrere Dialogschritte zusammenzu-fassen und als Ganzes anzusprechen (Makros)**
- **Wählbarkeit der Benutzerführung (Kommandoeingabe, Menüauswahl, DM)**
- **Dialogunterbrechung und -wiederaufsetzen**

Erwartungskonformität

- **Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den Erwartungen der Benutzer entspricht, die sie aus Erfahrungen mit bisherigen Arbeitsabläufen oder aus der Benutzerschulung mitbringen sowie den Erfahrungen, die sich während der Benutzung des Dialogsystems und im Umgang mit dem Benutzerhandbuch bilden.**
- **Beispiel: Dem Benutzer werden Zustandsmeldungen des Systems stets in derselben Zeile ausgegeben.**

weiterhin:

- **Konsistenz: gleiche oder ähnliche Methoden und Bezeichnungen für gleiche Aufgaben**
- **Transparenz: Erkennbarkeit des aktuellen Systemzustandes, konsistente Statusanzeigen**
- **möglichst unmittelbare Rückmeldungen (z.B. Hinweise auf Art/Stand der Bearbeitung)**

Fehlerrobustheit

- **Ein Dialog ist fehlerrobust, wenn trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben das beabsichtigte Arbeitsergebnis mit minimalem oder ohne Korrekturaufwand erreicht wird. Dazu müssen dem Benutzer die Fehler zum Zwecke der Behebung verständlich gemacht werden.**
- **Beispiel: Vom System wird ein Fehler festgestellt, der sich eindeutig auf ein bestimmtes Datenfeld bezieht; dieses Feld wird markiert, und die Positionsmarke wird automatisch an den Anfang des Feldes gesetzt.**

weiterhin:

- **verständliche, konstruktive Fehlermeldungen**
- **sinnvolle Fortsetzung der Arbeit**
- **wahlweise automatische Fehlerkorrektur: Mitteilung an den Benutzer, Korrekturalternativen, Möglichkeit der Neueingabe**

Fehler

- **Error: There are three elements to the definition of an error (Zapf et al. 1989):**
  - **a) errors only appear in goal-oriented action,**
  - **b) an error implies non-attainment of a goal,**
  - **c) an error should have potentially been avoidable.**
- **This implies errors detected by the computer system. However, there are also errors, that can only be detected by the user because it is only him or her who knows which goals he or she wants to achieve.**
- **Errors in human computer interaction are the result of a mismatch between the user and the computer or between the computer and the tasks.**

- Arnold/Heine 1991, 9 -

Error Prevention

- **Error prevention means to rule out or minimize the occurrence of mismatches by suiting dialogue interface design to the information processing needs of humans.**

- Arnold/Heine 1991, 9 -

Error Management

- **Error management refers to a design of the computer system that supports the user´s error handling process generally when an error has occurred and specifically when error or an error prone situation has been detected by the computer system. The goal of the design features is to minimize negative consequences for the human and economic costs of an error.**

- Arnold/Heine 1991, 10 -

Knowledge Error

- **Knowledge errors can be characterized as lack of knowledge of the user.**
  Kann sich beziehen auf:
  - **Facts: The user does not know certain commands, function keys, etc.**
  - **Procedures: The user does not know how to use commands, set tabs, etc.**
  - **Understanding in the sense of mental models: i.e. the user uses the model of a type writer and therefore cannot handle blanks.**
- **Typical situations are:**
  - **one does not find data or functions;**
  - **one does not know to use commands or set parameters;**
  - **there is a wrong transfer of knowledge;**
  - **one is not able to keep certain knowledge in mind.**
- **Knowledge errors depend on the transparency and learnability of the system.**

ISO 9241 / CEN 29241

“Ergonomic Requirements for Office Work with Video Display Terminals “

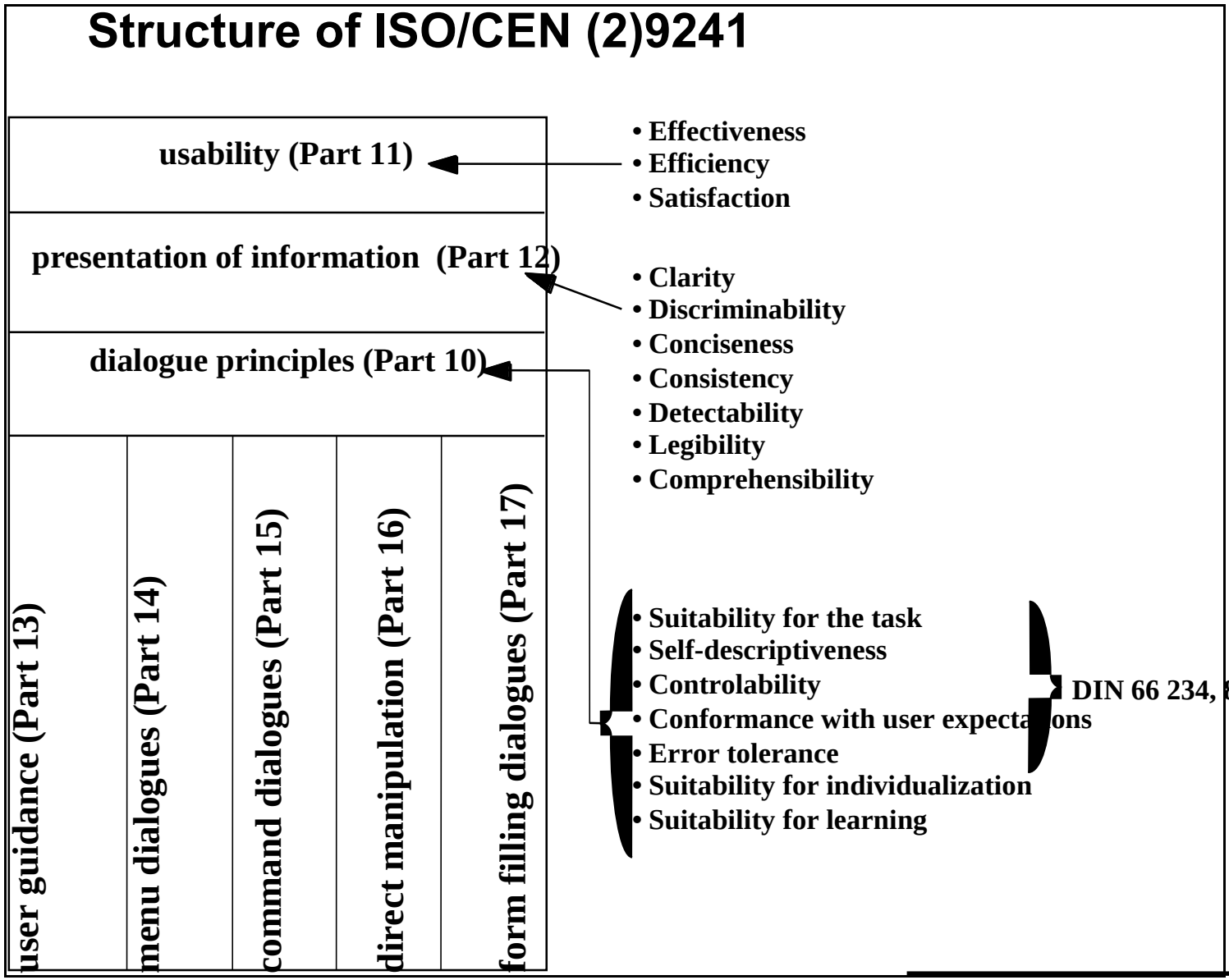
Übernahme von ISO-Normen in nationale Normen ist freiwillig

Übernahme von CEN-Normen in nationale Normen ist ab ´93 Pflicht

Gliederung der Norm

- Teil 1: Allgemeine Einführung
- **Teil 2*:* Anforderungen an die Arbeitsaufgabe - Leitsätze**
- **Teil 3: Anforderungen an visuelle Anzeigen**
- Teil 4: Anforderungen an Tastaturen
- Teil 5: Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung
- Teil 6: Anforderungen an die Arbeitsumgebung
- **Teil 7: Anforderungen an visuelle Anzeigen bezüglich Reflexionen**
- **Teil 8: Anforderungen an Farbdarstellungen**
- Teil 9: Anforderungen an Eingabegeräte - außer Tastaturen
- **Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung**
- **Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze**
- **Teil 12: Informationsdarstellung**
- **Teil 13: Benutzerführung**
- **Teil 14: Dialogführung mittels Menüs**
- **Teil 15: Dialogführung mittels Kommandosprachen**
- **Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation**
- **Teil 17: Dialogführung mittels Bildschirmformularen**

Struktur der ISO 9241



ISO 9241/CEN 29241, Teil 10: Dialoggrundsätze:

- **Aufgabenangemessenheit**
- **Selbstbeschreibungsfähigkeit**
- **Steuerbarkeit**
- **Erwartungskonformität**
- **Fehlertoleranz**
- **Individualisierbarkeit (zusätzlich zu DIN)**
- **Lernunterstützung (zusätzlich zu DIN)**

Suitability for individualization (Individualisierbarkeit)

- **Benutzer können ihre eigenen Dialogwege beschreiten, z.B. Abkürzungen oder unterschiedliche Zugangswege wählen oder bestimmte Informationsdarstellungen, je nach Disposition und Kenntnisstand wählen**

Dialogsysteme unterstützen die Individualisierbarkeit, wenn sie so konstruiert sind, dass sie eine Anpassung an die individuellen Bedürfnisse und Fähigkeiten des Benutzers, im Hinblick auf eine gegebene Aufgabe, erlauben.

- Nachreiner 1991, 32 -

Suitability for learning (Erlernbarkeit)

- **Lernunterstützung bieten Systeme, wenn sie dazu beitragen, den Nutzer bei der Einarbeitung in das System zu unterstützen, und ihm Wege aufzeigen, wie Aufgaben alternativ bewältigt und mit welchen Strategien Dialoge geführt werden können.**

Dialogsysteme unterstützen die Erlernbarkeit, wenn sie den Benutzer durch den Lernprozess führen und die dabei aufzuwendende Lernzeit minimieren. Reduzierung der Komplexität und Erhaltung der Konsistenz sind hierfür Voraussetzung.

- Nachreiner 1991, 32 -

ISO 9241 Teil 11 Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze

- **Effektivität:** Die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen.
- **Effizienz:** Der im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen.
- **Zufriedenheit**: Beeinträchtigungsfreiheit und Akzeptanz der Nutzung.
- **Nutzungskontext**: Die Benutzer, die Ziele, Aufgaben, Ausrüstung (Hardware, Software und Materialien) sowie die physische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird
- **Arbeitssystem:** Ein System, das aus Benutzern, Arbeitsmitteln, Aufgaben und der physischen wie sozialen Umgebung besteht, um bestimmte Ziele zu erreichen

ISO 9241 Teil 12 Informationsanzeige

Ein Bereich ist ein Teil oder Gebiet einer Anzeige oder eines Fensters.

- **Identifikationsbereich** (engl: identification area):

  Der Identifikationsbereich ist ein Bereich, in dem die Bezeichnung der angezeigten Information erscheint, welche eine Angabe des gegenwärtigen Aufenthaltsortes und der Arbeitsaufgabe umfasst. Sie kann auch eine Anwendung, eine Datei oder eine Arbeitsumgebung angeben.

- **Eingabe/Ausgabebereich** (engl: input/output area):

  Der Eingabe/Ausgabebereich ist ein Bereich, in dem Information vom Benutzer empfangen wird und/oder an den Benutzer ausgegeben wird.

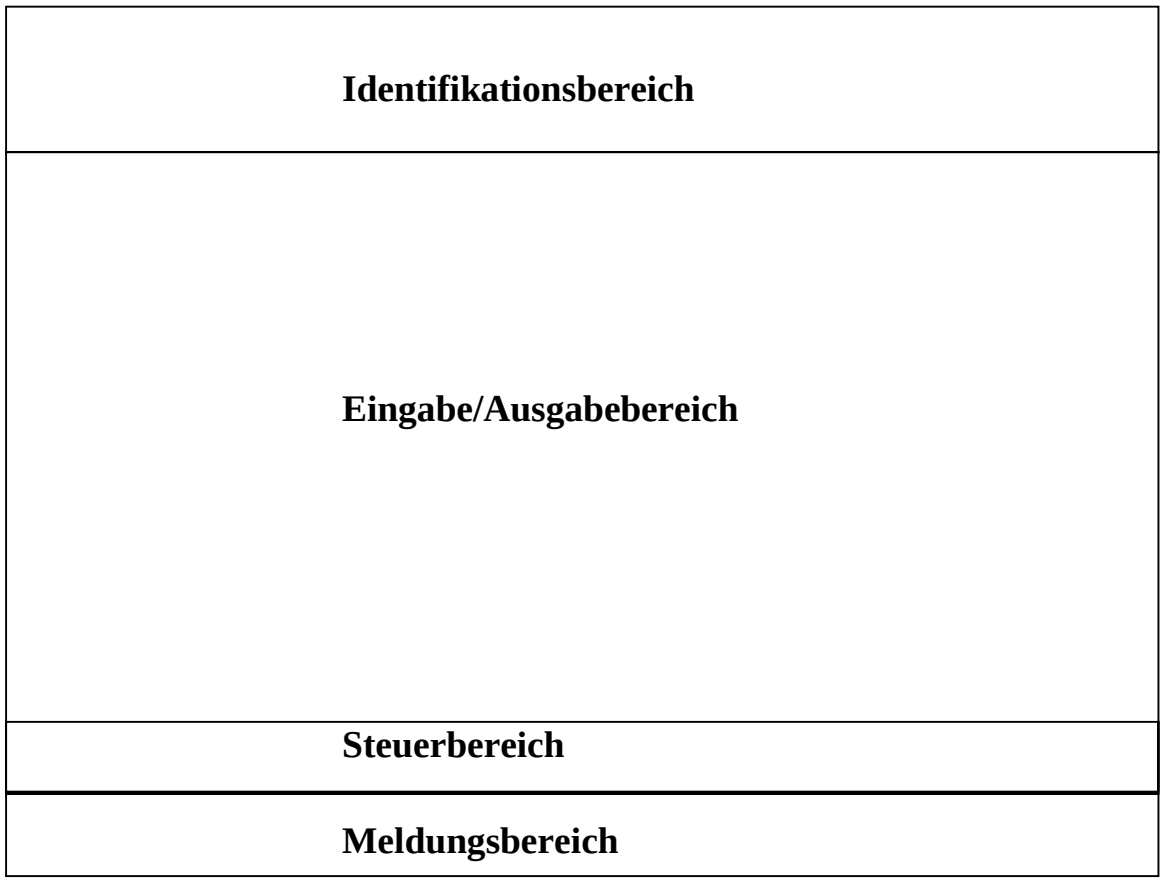
- **Steuerbereich** (engl: control area):

  Der Steuerbereich ist ein Bereich, in dem Steuerinformation und/oder Steuerelemente für Interaktion, Befehlseingabe und Befehlsauswahl erscheinen.

- **Meldungsbereich** (engl: message area):

  Der Meldungsbereich ist ein Bereich, in dem Information wie Aktualisierung des Zustandes und/oder andere Information (z.B. Fehlermeldungen, Anzeige des Fortschritts, Rückmeldungen) erscheinen. Die Meldungen können vom Betriebssystem, den Anwendungen oder dergleichen stammen.

Mögliche Anordnung verschiedener Bereiche nach Teil 12



Anforderungen nach Teil 12: Darstellung visueller Information

- **Klarheit** (der Informationsinhalt wird schnell und genau vermittelt);
- **Unterscheidbarkeit** (die angezeigte Information kann genau unterschieden werden);
- **Kürze** (die Benutzer werden nicht mit übermäßigen Mengen von Information überlastet);
- **Konsistenz** (einheitliche Entwicklung, Erwartungskonformität);
- **Entdeckbarkeit** (die Aufmerksamkeit des Benutzers wird zur benötigten Information gelenkt);
- **Lesbarkeit** (die Information ist leicht zu lesen);
- **Verständlichkeit** (die Bedeutung ist leicht verständlich, eindeutig, interpretierbar und erkennbar).

Diese spezifischen Eigenschaften beruhen auf dem Verständnis der Erkenntnisse folgender Disziplinen:

- **menschliche Physiologie (z.B. der Sinnesorgane);**
- **Psychologie (z.B. mentale Arbeitsbelastung);**
- **Ergonomie (z.B. Benutzungssituation, siehe ISO 9241-11);**
- **Typografie;**
- **grafische Gestaltung.**

ISO 9241 Teil 13: Benutzerführung

Ziele der Benutzerführung:

- **den Benutzer bei Interaktionen mit dem System zu unterstützen**
- **eine effiziente Benutzung des Systems zu fördern**
- **unnötige mentale Belastungen zu vermeiden**
- **dem Benutzer Unterstützung bei der Behandlung von Fehlersituationen zu geben**
- **Benutzer mit unterschiedlichem Niveau bezüglich ihrer Fähigkeiten zu unterstützen**

ISO 9241 Teil 13: Benutzerführung (2)

Elemente der Benutzerführung:

- **allgemeine Empfehlungen zur Benutzerführung**
- **Eingabeaufforderung**
- **Rückmeldung**
- **Statusanzeige**
- **Fehlermanagement**
- **Online-Hilfe**

ISO 9241/CEN 29241, Teil 14 Menü-Dialoge

Menü-Strukturen

- **Strukturierung in Ebenen und Felder**
- **Gruppierung von Optionen**
- **Folgeregelungen für Optionen**

Orientierung in Menüs (Navigation in Menüs)

- **Hinweise zur Orientierung**
- **Schnelle Orientierung**

Auswahl und Ausführung von Optionen

- **Auswahlmethoden**
- **Spezifische Geräte (Tastaturen, Zeiger)**

Menü-Darstellung

- **Erreichbarkeit von Optionen**
- **Platzierung**
- **Strukturen und Syntax für unterschiedliche Präsentationsformen**

- Nachreiner 1991, 33 -

Angemessenheit von Menü-Dialogen

Merkmale der Benutzer und der Organisation

» Übungsaufwand muss minimiert werden,

» Benutzer haben geringe oder keine Tippfertigkeiten,

» Benutzer haben geringe oder keine Erfahrungen mit dem Anwendungsprogramm.

- Nachreiner 1991, 33 -

Angemessenheit von Menü-Dialogen (2)

Aufgabenerfordernisse

- Das System wird nur gelegentlich benutzt, und der Benutzer braucht Anleitung durch Anzeige der verfügbaren Optionen.
- Für die Ausführung der Aufgabe gibt es eine begrenzte Anzahl von Auswahl-Möglichkeiten. (Einige Abfolgen von Aufgaben können jedoch so sein, dass ein Menü-Dialog nicht angemessen ist.)
- Die Hauptaufgabe erfordert die Benutzung eines tastaturunabhängigen Zeigeinstruments.
- Voreingestellte oder gegenwärtig verfügbare Optionen müssen angezeigt werden, damit die Aufgabe effektiv ausgeführt werden kann.
- Der Kommandovorrat ist zu groß, um im Gedächtnis behalten werden zu können.

Methoden des Menü-Zugriffs

- Eingeben von Schlüsselworten, Kommandos oder ihrer Kurzform (z.B. Eingabe in eine Befehlszeile);
- Drücken einer entsprechenden Taste oder eines Knopfes (z.B. Funktionstaste oder Maustaste);
- Zeigen und Auswählen einer bestimmten Position oder Objektes mit Hilfe eines Zeigeinstrumentes;
- Spracheingabe.

ISO 9241 Teil 15 Dialogführung mittels Kommandosprachen

Benutzercharakteristika

- Benutzer haben gute Tippfertigkeiten
- Benutzer benutzen das System häufig
- Benutzer erhalten ein Benutzersprachentraining
- Benutzer sind mit der Computertechnik und der Kommandosprache vertraut

ISO 9241 Teil 15 Dialogführung mittels Kommandosprachen

Aufgabencharakteristika

- Die Aktionswahlen des Benutzers im Dialogablauf sind nicht vorhersagbar
- Befehls- und Dateneingabe erfolgen in einer beliebigen Reihenfolge
- Schnelle Auswahl oder Zugriff auf Systemfunktionen ist erforderlich
- Erweiterbarkeit (z.B. in Form von Kommandofolgen) ist erforderlich

ISO 9241 Teil 16 Dialogführung mittels direkter Manipulation

- **Bei der Dialogführung mittels direkter Manipulation wird die menschliche Wahrnehmung und das menschliche Handeln durch folgenden Gegebenheiten besonders unterstützt:**
  - **Benutzereingaben werden dadurch bewerkstelligt, dass visuell angezeigte Elemente direkt manipuliert werden (z.B. dadurch, dass sich ein auf dem Bildschirm angezeigtes Objekt in direkter Relation zu korrespondierenden Bewegungen des Zeigeinstruments bewegt),**
  - **Eingaben und Ausgaben sind über eine unmittelbare Ergebnisdarstellung direkt miteinander verknüpft (z.B. indem die Bewegung eines Symbols kontinuierlich am Bildschirm dargestellt wird, und das Symbol nicht überraschend aus der Ausgangsposition in die Endposition springt),**
  - **Veränderungen an dargestellt Objekten korrespondieren zu Erfahrungen aus der Alltagswelt (z.B. indem der gedachte Rand eines Textdokuments dadurch versetzt werden kann, dass eine Randmarke ähnlich wie an einer mechanischen Schreibmaschine positioniert wird).**

ISO 9241 Teil 16 Dialogführung mittels direkter Manipulation

Benutzermerkmale

- **Benutzer könnten über sensomotorische Fähigkeiten verfügen, die für die Dialogführung mittels direkter Manipulation notwendig sind, jedoch die bei anderen Dialogtechniken erforderlichen Lese- und Schreibfertigkeiten nicht besitzen.**
- **Die Arbeitsleistung des Benutzers könnte an solchen Stellen verbessert werden, bei denen visuelle Hinweise Gedächtnisanforderungen reduzieren bzw. das aktive Erinnern erleichtern.**
- **Die Arbeitsleistung des Benutzers könnte im Umgang mit grafischen Darstellungen besser sein als mit textuellen Beschreibungen.**

ISO 9241 Teil 16 Dialogführung mittels direkter Manipulation (2)

Aufgabenerfordernisse

- Aus dem realen Arbeitsumfeld können Arbeitsobjekte, mit typischen Eigenschaften und Manipulationsmöglichkeiten nachgebildet werden, d.h. es gibt eine geeignete Metapher für die Benutzungsschnittstelle
- Komplexe Objektattribute lassen sich nur schwer mit einzelnen, umgangssprachlichen Bezeichnungen beschreiben; z.B. ist das „Zeigen auf ein graphisches Muster“ leichter als es sprachlich zu beschreiben
- Die Bearbeitungsreihenfolge der Aufgabe ist nicht festgelegt, sondern erfordert Flexibilität in der Durchführung
- Die Aufgaben erfordern, dass der Benutzer die Möglichkeit hat, Objekte eigenständig zu steuern
- Erforderliche Eingaben (z.B. ein Bedienbefehl) sind auf textuelle Weise schwer zu umschreiben und zu behalten, können aber leicht visualisiert werden.
- Aufgaben sind mit Hilfe visueller Objekte und direkten Manipulationen leichter zu bearbeiten
- Die Arbeitsaufgabe erfordert die Veränderung visualisierbarer Objektattribute
- Die Arbeitsaufgaben werden selten bearbeitet
- Die Arbeitsaufgaben gestatten es, Elemente als Einzelobjekte zu bearbeiten, die während einer direkten Manipulation als Ganzes verändert werden, wobei sich Teile eines solchen Objekts (z.B. Pixel eines grafischen Symbols) typischerweise nicht separat direkt manipulieren lassen

ISO 9241 Teil 17 Dialogführung mittels Bildschirmformularen

Benutzermerkmale

- Die Benutzer sind im Umgang mit Papierformularen erfahren, haben aber nur wenig Computererfahrung.
- Die Benutzer sind vertraut mit der Benutzung einer Tastatur.
- Die Benutzer haben zumindest gewisse Fertigkeiten im Maschineschreiben (bei intensiver Nutzung der Dialogführung mittels Bildschirmformularen).

ISO 9241 Teil 17 Dialogführung mittels Bildschirmformularen (2)

Aufgabenerfordernisse

- Es ist nicht erforderlich, eine größere Menge von (Eingabe-) Alternativen darzustellen.
- Daten müssen von einem Papierformular über-tragen werden.
- Die einzugebenden Daten werden mündlich bei Kunden abgefragt.
- Uneingeschränkte Flexibilität bei der Dateneingabe ist nicht erforderlich.
- Die Eingaben der Benutzer bestehen vorwiegend aus Parameterwerten und weniger aus Befehlen an das Dialogsystem.
- Es ist wichtig, dass voreingestellte oder aktuelle Werte / Selektionen angezeigt werden.

Technische Komponenten der Benutzerschnittstelle

1. Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

- **1.1 Instrumentelle Ebene (Kommandos; Menüs; Direktmanipulation)**
- **1.2 Syntaktische Ebene (Kommandos; Menüs; Direktmanipulation; Benutzerobjekte; Systemmeldungen)**
- **1.3 Semantische Ebene (Kommandos; Menüs; Piktogramme; Systemmeldungen)**
- **1.4 Informationsdarstellung (Bildschirmmasken; Codierung; Hervorhebungen)**

2. Dialogschnittstelle

- **2.1 Dialogsyntax/Dialogstil (Kommandos; Menüs; Direktmanipulation)**
- **2.2 Dialogablauf**
- **2.3 Fehlerbehandlung**
- **2.4 Sicherungskonzepte (UNDO; BREAK; REDO etc.)**
- **2.5 Hilfen zur Dialogsteuerung**
- **2.6 Systemreaktionszeiten (Eingabeverzögerungen; Antwortzeiten)**

3. Werkzeugschnittstelle

- **3.1 Zugriffsmöglichkeiten auf Systemleistungen**
- **3.2 Schnittstellenfunktionalität**

Benutzungsoberfläche
&
Benutzerinteraktion

Gestaltung der Benutzungsoberfläche

- **Beschreibungsaufgaben:**
  - **Benennung der Objekte**
  - **Beschreibung der Zustände der Objekte**
  - **Beschreibung der (anwendbaren) Funktionen**
- **Benutzungsoberfläche besonders für DV-Laien, Anfänger und sporadische Benutzer relevant**
- **Für Lösung/Vermeidung von Benutzungsproblemen Suche nach vertrauten Metaphern, die kognitiv kompatibel sind mit dem Weltbild des Benutzers**

- Streitz 1987, 50f. -

Umschreibungen der Art und Weise des Dialoges

- **Interaktionsart**
- **Dialogtechniken**
- **Dialogformen**
- **Dialogsprachen**

Def.: Dialog ist ein Ablauf, bei dem der Benutzer zur Abwicklung einer Arbeitsaufgabe - in einem oder mehreren Schritten - Daten eingibt und jeweils Rückmeldung über die Verarbeitung dieser Daten erhält. (DIN 66 234, Teil 8)

Def.: A process in the course of which the user, to perform a given task, inputs data in one or more dialogue steps and receives for each step output with regard to the processing of the data and/or actions performed on the dialogue objects concerned. (ISO 9241, Part 13)

- Eberleh 1988, 101; Arnold/Heine 1991 -

Schnittstelle

- **Dialog erfolgt über die Verbindung zwischen zwei Systemen: Mensch und Computer**
- **Verbindung wird irritierender Weise „Schnittstelle“ (Interface) genannt**
- **Dialog wird abgewickelt über Austausch von vereinbarten Zeichen (formale Zeichen, Begriffe, Symbole)**
- **Dialog/Kommunikation = „koordiniertes, symbolisches Handeln mehrerer Beteiligter unter Zuhilfenahme eines Mediums“ (Kupka/Maaß/Oberquelle 1981)**
- **Dialog findet statt zwischen *Mensch* und *Computer* über ein *Medium* in einer *Umgebung***
  - ***Mensch* ist gekennzeichnet durch Kognition, Emotion und Motivation (in Software-Ergonomie bes. Kognition berücksichtigt)**
  - ***Computer* ist gekennzeichnet durch Reaktionseigenschaften**
  - ***Umgebung*smerkmale sind Licht, Lärm und Leistungsdruck etc.**

- Eberleh 1988, 101ff. -

Relevante Bestimmungsgrößen des Dialogs

- **Interpunktion (Sequenzierung, Einschnitte)**
  - **kleinschrittig**
  - **großschrittig**
- **Feedback**
  - **implizit**
  - **explizit**
- **Antwortzeiten**
- **Eingriffs-/Unterbrechungsmöglichkeiten**

- Eberleh 1988, 105 -

Eigenschaften von Dialogformen

- **Modalität der Informationsübermittlung**
  - digital (Zahlen-/Zeichenketten; bisher vorherrschend)
  - analog (Strom-/Lichtstärken, Druckintensität ...)
- **Symmetrie der Dialogteilnehmer**
  - symmetrische Interaktion (gleiche Dominanz, Nachgiebigkeit, Intelligenz ...)
  - komplementäre Interaktion (z.B. system- vs. benutzerinitiierter Dialog)
- **Zeichenaspekte**
  - Syntaktik (Relation, Verknüpfung von Zeichen untereinander)
  - Semantik (Relation von Zeichen zu Bezeichnetem (Objekt): Bedeutung)
  - Pragmatik (Relation von Zeichen zu Sender und Empfänger: Zweck)
  - Physikalik (Eigenschaften der Zeichen: Größe, Farbe, Lautstärke)
  - Prozeduren (Produktionsart von Zeichen und ihre Wahrnehmung: E/A)

- Eberleh 1988, 106f. -

Interaktionstechniken

- **Martin (1973) nennt bereits 23 unterschiedliche Interaktionstechniken: rechner- vs. benutzerinitiiert**
- **Drei basale (generische) Interaktionsformen:**
  - **formal-sprachliche Interaktion**
  - **natürlich-sprachliche Interaktion**
  - **direkt grafisch manipulative Interaktion**
- **Direkte Manipulation als das Non-plus-ultra nur gefühlsmäßig ausgewiesen**
- **Natürlich-sprachliche und direkt grafisch manipulierbare Systeme favorisiert;**
  mit technischem Fortschritt unter Einschluss von Gestik
- **Formal-sprachliche Interaktion eher für Experten**
- **Integrationsnotwendigkeit und Wahlmöglichkeit (evtl. Wissensbasierung)**

- Fähnrich/Ziegler 1987 -

Dialogformen nach Semantik-Aspekten

Spracheingabe

		Kompatibilität mit Vorwissen		
		hoch	**mittel**	**gering**
Bedeutungs-menge von Zeichen	**hoch** man kann viel auf einmal ausdrücken	**natürliche Spracheingabe PROLOG**	**Makro-kommandos**	**Aktionscodes Funktions-tasten**
	mittel	**Menüauswahl**	**FORTRAN PASCAL**	**Aktionscodes**
	gering man kann nur wenig auf einmal ausdrücken	**direkte Manipulation**	**Masken Formulare**	**Assembler Maschinen-sprache**

- Eberleh 1988, 109 -

Klassifikationen von Dialogformen

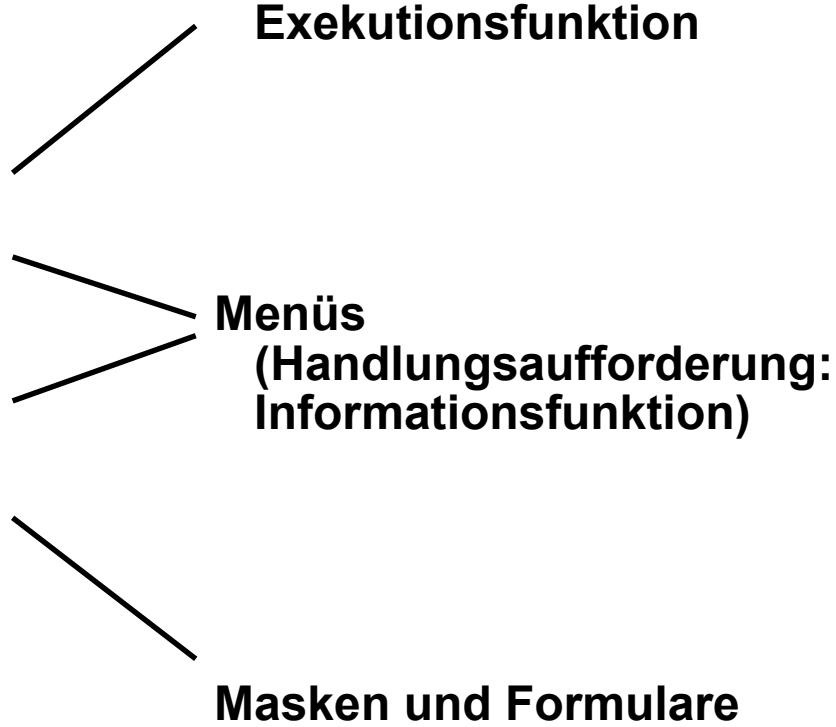
- **Klassifikationen (Eindimensionale)**
  - **Initiative**
  - **Interaktivität**
  - **Freiheitsgrade des Benutzers**
  - **Naming vs. Pointing**
  - **Metaphern**
  - **Metadialog vs. Anwendungsdialog**
  - **Steuer- vs. Versorgungsdialog**
  - **Sprachebene**
  - **Hierarchischer vs. paralleler Dialog**

- **Mehrdimensionale Klassifikationen**
  - **Repräsentation, Referenzierung und Interpunktion**
  - **Engagement und Distanz zu Benutzerzielen**
  - **Kompatibilität und Handlungsspielraum**

- Eberleh 1988, 113ff. -

Initiative (Martin 1973)

- **Benutzerinitiierter Dialog:**
  die nächste Rechneraktion kann vom Benutzer bestimmt werden;
  Eingaben werden als direkte oder implizite Kommandos betrachtet.
- **Systeminitiierter Dialog:**
  Rechner arbeitet eine feste Reaktionsfolge ab;
  nächste Aktion des Rechners ist nur von vorherigem Interaktionsereignis abhängig;
  Eingaben werden nur als Daten (Argumente) behandelt.



- Eberleh 1988, 113f. -

Eigenschaften benutzerinitiierter Dialogtechniken

Vorteile:	Nachteile:
• Anpassung an Benutzeraufgabe • Vermeidung langwieriger Eingaben	• Ausbildung/Übung erforderlich • erhöhte Anforderungen an das System

- Zwerina 1988, 169 -

Eigenschaften rechnerinitiierter Dialogtechniken

Vorteile:	Nachteile:
leichte Erlernbarkeit	geringe Flexibilität
keine Sprachkenntnisse notwendig	langsames Vorgehen
geringe Fehleranfälligkeit	evtl. Gefühl der Gängelung

- Zwerina 1988, 168f. -

Naming vs. Pointing (Norman 1984; Hutchins/Hollan/Norman 1985)

- **Naming:**

  Benutzerhandlungen benennen die Objekte und Aktionen

- **Pointing:**

  Benutzerhandlungen zeigen auf Objekte und Aktionen
  vgl. direkte Manipulation:
  Objektrepräsentation, Objektauswahl und Aktionsauswahl erfolgt analog und ist damit kognitiv einfacher, aber manipulativ aufwändiger

- Eberleh 1988, 114f. -

Probleme beim Naming

Die richtige Bezeichnung memorieren!

z.B. bei Powerpoint: „cut“ und „delete slide“ in einem Menu

cancel
erase
discard
purge
delete
expunge
scratch
drop
drain
flush
recycle

Anwendungs- versus Metadialog
(Maaß 1984; Viereck 1987)

- **Anwendungsdialog (Funktion: Information und Exekution)**
- **Metadialog (Funktion: Diagnose oder Reflexion)**
- **Kontrolldialog (Funktion: Steuerung)**
- **Gestaltungsdialog (Funktion: Anpassung an spezielle Bedürfnisse)**

- Eberleh 1988, 115f. -

Steuerdialoge und Versorgungsdialoge
(Ernst 1979)

- **Steuerdialoge führen Zustandsänderungen herbei**
- **Versorgungsdialoge versorgen den Rechner mit Parameterwerten**

- Eberleh 1988, 116 -

Repräsentation, Referenzierung und Interpunktion
(Ziegler 1987)

- **Repräsentation:**
  Art der Abbildung rechnerinterner Objekte auf die wahrnehmbare Systemoberfläche;
  Bestimmung verschiedener Repräsentationsklassen nach Änderungs-möglichkeiten der Oberflächenobjekte durch System und durch Benutzer
- **Referenzierung:**
  Art, wie der Benutzer Objekte und Funktionen des Softwaresystems ansprechen kann (Zeigen, Benennen, Beschreiben)
- **Interpunktion:**
  Segmentierung des zeitlich ablaufenden Informationsaustausches zwischen Benutzer und System;
  bestimmt die Mächtigkeit oder Reichweite eines Benutzerkommandos

- Eberleh 1988, 116f. -

Engagement und Distanz zu Benutzerzielen
(Hutchins/Hollan/Norman 1985)

- **Engagement**
  Ausmaß des Engagements des Benutzers in der Interaktion
- **Distanz**
  Distanz der Dialogform zu den Zielen des Benutzers

  z.B. direkte Manipulation:
  geringe Distanz zu Benutzerzielen + hohes Benutzerengagement

- Eberleh 1988, 117 -

Kompatibilität und Handlungsspielraum
(Streitz/Eberleh 1988)

Anliegen: Ähnlichkeit der mentalen Belastung berücksichtigen

- **Handlungsspielraum des Benutzers bei der Funktionsaufteilung zwischen Mensch und System (*hoch* bei Programmierung des Dialogablaufs durch den Benutzer; *niedrig* bei automatischer Aufgabendurchführung durch das System)**
- **Kompatibilität = Minimum an Diskrepanz zwischen Vorwissen des Benutzers und den im System verwendeten Wissensrepräsentationen; Übereinstimmung mit (üblichen) Vorlagen, Sprachgebrauch; Verknüpfbarkeit verschiedener Systemleistungen**

- Eberleh 1988, 117 -

Grafische Benutzungsoberflächen

- Bei näherer Betrachtung sind die heutigen grafischen Benutzungsoberflächen eine seltsame Sache. Nimmt man den sie definierenden Term ”grafisch” im Sinne der Umgangssprache wörtlich, enthalten sie wenig Grafisches, dafür viel Text und briefmarkengroße Bildchen.
  ”Grafisch” bedeutet von der Benennungsgeschichte her, dass sie grafikfähige Bildschirme voraussetzen.
- Bis vor einigen Jahren erschöpfte sich die Grafikfähigkeit bei PCs auf die Manipulation von Standardcontrols wie Tasten, Ikonen oder Scrollbars.
  Heute ist auch bei Standard-PCs viel mehr möglich - wie z.B. die visuelle Faktenrecherche WING-GRAPH (Wolff 1997) zeigt, die als Komponente eines multimedialen Werkstoffinformationssystems entwickelt wurde.
  Bei Workstations lassen sich zudem 3D-Oberflächen realisieren oder virtuelle Welten, die für den Benutzer die Grenze zwischen der ”normalen” Realitätserfassung und der Computerbedienung verwischen (z.B. Hemmje 1993 – Encarnacao 1997). Der Gestaltungsphantasie ist zumindest experimentell kaum noch eine technische Grenze gesetzt.
  Entwickler führen diese Möglichkeiten derzeit ansatzweise in die Welt der kommerziell verwendeten Benutzungsoberflächen ein und beginnen damit, die Normen softwareergonomischer Gestaltung grundlegend zu verändern. Dass dies zwangsläufig zu Gestaltungsschwierigkeiten führt, scheint einleuchtend. Aber die Probleme setzen schon viel früher ein

Schwierigkeiten bei der Gestaltung traditioneller grafischer Benutzungsoberflächen

- **Soll Software im Rahmen des Paradigmas heutiger grafischer BOF entwickelt werden, scheint dies auf den ersten Blick unproblematisch. Der Softwareentwickler zieht eine Reihe von Styleguides der Betriebssystemhersteller oder auch Firmen heran, z.B. den SAA Styleguide von IBM (siehe GSM 1995 als Überblick). Hier bekommt er wie in einem Rezeptbuch klare Detailanweisung, z.B. wie viele Einträge ein Menü haben soll und welche Gestaltungselemente in welchem Kontext Sinn machen. Parallel hierzu wurden rechtsverbindliche Normen geschaffen, die die Gestaltung im Sinne einer von Arbeitnehmern einklagbaren Forderung regeln (ISO 9241/DIN 66234).**
- **Warum gibt es dann so viele softwareergonomisch schlecht realisierte Produkte, trotz aller gegensätzlichen Beteuerungen und trotz eines Paradigmas, das die ”natürliche” Bedienung zum Kern der Designbemühungen macht?**
- **Eine wichtige Ursache liegt darin, dass softwareergonomisches Wissen bei den kommerziellen (und universitären) Entwicklungsgruppen zu wenig verbreitet ist. Das wäre zumindest im Einzelfall behebbar. Schwerwiegendere Gründe ergeben sich aus der Wirkungsweise der Softwareergonomie selbst und aus dem Stand ihrer Entwicklung.**

  - » **Es gehört zum Wesen ergonomischer Regeln, Widersprüche zu erzeugen. Die Ziele, die Entwickler von grafischen BOF anstreben, sind nicht einheitlich. Ein Anfänger verlangt z.B., dass ihm alle Möglichkeiten am Bildschirm explizit vorgegeben werden und dass notfalls über Textzusätze eine hohe Selbsterklärungsfähigkeit erreicht wird. Unvermeidlich führt dies jedoch zu einem hohen Platzverbrauch und damit zu längeren Bedienzeiten. Dies stört den fortgeschrittenen Benutzer, der die Vorlageleistung nicht mehr braucht.**
  - » **Ein zweiter Grund liegt in der Entwicklungsdynamik des Feldes, die immer wieder zu ungeregelten Bereichen führt. Die Industrie produziert in rascher Folge neue Gestaltungselemente, für die es noch keine wissenschaftlich fundierten Überlegungen, geschweige denn empirische Erfahrungen gibt.**

- **Ansätze wie die zu den ”visual formalisms” (Nardi 1993) oder die Überlegungen zum WOB-Modell (Krause 1997) versuchen diese Schwierigkeiten durch konzeptuelle Weiterentwicklung und Modellverbesserungen auf der Basis empirischer Tests zu begegnen. Daneben gibt es jedoch eine tiefgreifendere These, die verspricht, all diese den grafischen BOF inhärente Probleme durch einen erneuten Paradigmawechsel gegenstandslos zu machen.**

Grafische BOF versus Virtuelle Realität (VR)

- **Aus der Sicht des Architekturdesigns auf die informationstechnologische Zukunft prognostizierte V. M. Lampugnani:**

  »**”Endstadium dieser Entwicklung wird unausweichlich das Verschwinden der Maschine als Objekt sein. Und als Folge davon der Tod des Berufs ihres Entwerfers: weil er nichts mehr zu entwerfen haben wird” (Bürdek 1999, S. 24).**

- **Diese Prognose ist in bezug auf die Bedienung von Standardsoftware deckungsgleich mit der Beobachtung, dass die Computergrafik ihre Anstrengungen überwiegend und erfolgreich auf das Problem lenkt, photorealistische Rendering-Verfahren zu entwickeln, die den photografischen Prozess simulieren (Strothotte 1997) und gleichzeitig Vertreter der Virtual Reality (VR) ihre Lösungen als Nachfolgetechniken für grafischen BOF postulieren:**

  - **”Man muss VR als eine der künftigen Mensch-Machine-Schnittstellen sehen. So wie sich heute die Fenstertechnik und Graphik in nahezu allen Anwendungsbereichen etabliert haben, werden künftig VR-Techniken und -Geräte die Kommunikation zwischen dem Menschen und der Maschine tragen.” (Encarnacao 1997, S. 12f.).**

  - **”...gilt es immer wieder, die technischen Möglichkeiten für den Dialog mit dem Computer zu verbessern, also eine nutzergerechte Arbeitsumgebung zu schaffen. Nutzergerechte Arbeitsumgebung heißt letzten Endes, dass der Mensch sich in der virtuellen Welt in der gleichen Weise fortbewegen möchte wie in der realen Welt.” (Schipanski 1997, S. 80.)**

  - **Zweck sieht sogar die Ablösung der grafischen BOF durch die VR nur als Zwischenschritt: ”Auch derartige Mensch-Maschine-Schnittstellen [= VR] müssen realistisch gesehen als Übergangstechnologie angesehen werden. Die weitere Entwicklung dürfte zu direkter Steuerung von IuK-Technologien durch das menschliche Gehirn führen.” (Zweck 1997, S. 101)**

- **Überlegungen dieser Art münden, auch wenn man die weitergehenden Schritte von Zweck weglässt - absolut gesetzt - in Zukunftsszenarien virtueller Welten, in denen die Grenze zwischen realer und computervermittelter Weltsicht durch eine 1:1-Simulation geschlossen wird. Der Benutzer bedient keine grafischen BOF mehr, sondern er bewegt sich z.B. wie in der realen Welt durch eine Buchhandlung, entnimmt die Bücher aus den Regalen usw. Probleme der Hardware und Rechnergeschwindigkeit werden in diesem Kontext als irrelevant angesehen.**

- **Es ist verlockend, sich mit der Grundthese von der allgemeinen Überlegenheit virtueller Welten, den Problemen der grafischen BOF als zeitbedingte, aber schon heute wissenschaftlich uninteressanten Phänomenen weitgehend zu entziehen. Konzeptuell ist diese These ähnlich einfach wie die der früheren Künstlichen Intelligenz, die Maschinen wie Menschen agieren und auftreten lassen wollte, um die beste aller möglichen Computerwelten Realität werden zu lassen. In diesem Kontrast zwischen technisch anspruchsvollen Problemlösungen und konzeptueller Schlichtheit liegt ein Großteil der Anziehungskraft für Systementwickler und Nutzer.**
- **Es wäre relativ einfach, darauf hinzuweisen, dass Computerprogramme in vielen Fällen mit abstrakten Funktionen zu tun haben, die sich nicht 1:1 aus der realen Umwelt des Benutzers entlehnen lassen. Aber solche Überlegungen treffen nicht den Kern der Argumentation: Sind photorealistische Bediensequenzen ”natürlicher”, benutzerfreundlicher und effizienter als visuelle Abstraktionen; denn nichts anderes sind die Gestaltungselemente traditioneller grafischer BOF? Diese Frage lässt sich bereits auf der Basis heutiger Entwicklungen prüfen.**

Abstraktion versus Photorealismus

- Um die fotorealistische Bildqualität der zugrunde liegenden Metapher zu erweitern, lassen sich zwei Strategien unterscheiden:
  - » Die Ikonen selbst bzw. die Darstellungen auf Tasten werden immer mehr verbildlicht, Abstraktionsprozesse so weit wie immer möglich zurückgenommen. Um dies besser realisieren zu können, wird zudem versucht, die Ikonen- bzw. Tastengröße zu steigern.
  - » Die gesamte Oberfläche wird zu einem photorealistischen Bild, in das Controls eingebunden werden.
- Zwischenformen entstehen, wenn der Hintergrund (als nichtmanipulatives Bild) eine stärkere Realitätsnähe herstellen soll oder wenn stark vergrößerte und verbildlichte Controls sich zu einem möglichst geschlossenem Bildeindruck zusammenfügen.

Die Realität der Photorealität

- Im obigen Abschnitt wurde gegen eine Verabsolutierung der photorealistischen Gestaltung von Oberflächen die klassische softwareergonomische Argumentation gesetzt, die Bewertungskriterien wie Effizienz bei der Informationsverarbeitung, Berücksichtigung von menschlicher Perzeption und Kognition und eine Reduzierung von Merk- und Lernleistung bei hoher Arbeitsgeschwindigkeit heranzieht.
- Aber auch aus einer ganz anderen Sichtweise scheint eine Einengung von Bedienoberflächen auf photorealistische Szenarien wenig sinnvoll. Was ist eigentlich die Realität, das was ich sehe, oder das was dahinter liegt? Auch in dieser Formulierung findet sich die Debatte um die grafische BOF-Weiterentwicklung wieder. Die Parallele zur Auseinandersetzung von gegenständlicher Malerei und abstrakter Kunst hilft hier durchaus weiter. Dies wird besonders deutlich, wenn Gegenständlichkeit Bestandteil abstrakter Bildwirkungen bleibt wie z.B. bei Helen Frankenthaler (Frankenthaler 1998).

    » ”Die Gemälde sind eher assoziativ als erzählerisch oder beschreibend; zugleich sind sie in sich geschlossen und führen einen inneren Dialog. Wenn etwas - eine bestimmte Landschaft ... - als Inspirationsquelle oder einfach als Ausgangspunkt dient, so ist das Ergebnis ein Ausdruck ihrer Empfindung dieser Erfahrung, etwas Verstandenes und Angedeutetes, eine Abstraktion von etwas Realem, das sich in einer Sprache der Malerei mit ihrem eigenen unabhängigen Leben mitteilt” (Brown 1998, S. 51).

- Es spricht viel dafür, dass bei der Bedienung von Software Aspekte der Realität eine wichtige Rolle spielen, die vom Photorealismus virtueller Welten nur unzureichend erfasst werden. Die Gestaltung einer effizienten und benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Interaktion wird deshalb auch in Zukunft vom Systementwickler Abstraktionsarbeit bei der Gestaltung der Benutzungsoberfläche verlangen, Visualisierungsarbeit jenseits heutiger grafischer BOF, aber nicht eingeengt auf das Paradigma der Photorealität als 1:1-Simulation menschlicher Perzeption der sog. ”realen” Umwelt.

Kunst, Design und Softwareentwicklung

- Softwareergonomie bzw. Human Computer Interaction (HCI) mit ihrem Anspruch, Software vom Benutzer aus und nicht nur technikorientiert zu betreiben, trägt heute alle Anzeichen eines etablierten Wissenschaftsgebietes: Es gibt Lehrbücher (z.B. Eberleh et al 1994, Baeker 1995), Organisationen und Tagungen; ihre Mitglieder wurden auf Lehrstühle berufen und die Industrie sucht Studienabgänger mit dieser Qualifikation. Es wurde auch von Anfang an erkannt, dass nur interdisziplinäres Handeln zu einer verbesserten Gebrauchstauglichkeit der Software führt. All dies scheint heute jedoch nicht mehr auszureichen. Der in der Softwareergonomie vollzogene Zusammenschluss von Informatik, Psychologie und Arbeitswissenschaft wird zu eng. Die erzielten Effekte werden von der Community selbst als unzureichend erlebt. So spricht ein Memorandum ”zur Entwicklung eines zentralen Zukunftsthemas”: Mensch &Computer 2000 (Oberquelle 1999), dem sich ein Großteil der in diesem Bereich arbeitende Wissenschaftler angeschlossen haben, von einer ”Zersplitterung” und ”teilweisen Sprachlosigkeit zwischen den Akteuren” und der Notwendigkeit, ”über das schon für grafische Benutzungsoberflächen hinaus genutzte Wissen ... die Qualifikationen von Produktdesignern ... heranzuziehen.”

- **Ziel muss es deshalb sein, die kognitiv effizienten aber ästhetikfreien Lösungen der Softwareergonomie mit den gestalterisch durchdachten aber weniger effizienten des Interface- bzw. Mediendesign zu verbinden.**

Menüauswahl

Qualitätseigenschaften

- **Gliederung (nach zeitlichen, inhaltlichen, logischen Aspekten)**
  - zwischen Hauptmenüs und
  - innerhalb von Hauptmenüs
- **optische Hervorhebung**
- **grafische Illustrierung**
- **sinnvolle (“sprechende“) Benennungen**
- **leichte Referenzierbarkeit (Nummern, Buchstaben)**
- **Referenz auf Verzweigungen**

- Eberleh 1988, 122 -

Konzeptionelle Charakteristika von Menüs

- **Sichtbarkeit der Funktionen (Optionen/Items)**
  - **erfordert nur ein Wiedererkennen (recognition), nicht ein aktives Erinnern (recall)**
- **In einer Dialogsituation sind die auswählbaren Funktionen codierbar;**
  - **Nicht verfügbare Optionen sind disabled, als nicht verfügbar codiert**
  - **in Dialogboxen als quasi-Menüsysteme erfolgt eine Dialogführung durch kontextspezifisches Angebot von Schaltflächen, List- und Eingabefelder**

- Eberleh 1988, 122 -

Vor- und Nachteile von Menüs

- **Vorteile:**
  - **Menüs erfordern weniger**
    - » **Lernaufwand**
    - » **Gedächtnisbelastung**
    - » **Eingabeaktionen**
  - **Vorteil für die menschliche Eigenschaft, schon nach einmaligem Wahrnehmen viele Informationen wiederzuerkennen**
  - **Durch Menüs (v.a. Dialogboxen) wird der Dialog strukturiert**
  - **Durch die Auswahl vorgegebener Funktionen entfallen Namens- und Tippfehler**
- **Nachteile:**
  - **aufwändigerer Dialog, u.U. in kleinere Schritte zerlegt**
  - **Platzbedarf für die Präsentation des Menüs**

- Eberleh 1988, 122f. -

Strukturelle Organisation von Menüs

- **Einzelne Menüs**
- **lineare Menüsequenzen**
- **Baum-Strukturen**
- **Netzwerke**

- Eberleh 1988, 123 -

Allgemeine Unterscheidungsmerkmale von Menüs

- **Anzahl der Optionen (n ≥ 2; Ø: 5 ≥ n ≤ 9)**
  n = 2 binäres Menü;
  n > 2 Mehrfach-Menü
- **Anzahl der Bildschirmseiten (möglichst nur eine; sonst „erweitertes Menü“; Notwendigkeit einer Orientierungshilfe)**
- **Anzahl gleichzeitig möglicher Wahlen**
  - oft nur eine Auswahlmöglichkeit
  - Mehrfachwahl-Menü, v.a. bei Spezifikation von Parametern (Dialogbox)
- **Sichtbarkeit der Optionen**
  - permanentes Menü: ständige Anschauung, schneller Zugriff, Platzbedarf
  - pull-down Menü: durch Anklicken der Titelleiste sichtbar
  - drop-down Menü: durch Überstreichen der Titelleiste sichtbar
  - pop-up Menü: an der Stelle des Mauszeigers erscheint durch Klicken ein Menü mit den für ein ausgewähltes Objekt verfügbaren Funktionen
- **Darstellung der Optionen**
  - sprachliche Umschreibung: sprechende Bezeichnungen
  - grafische Darstellung in Symbolen, bes. bei Grafiksystemen, CAD

- Eberleh 1988, 124ff. -

Weitere Menüformen

- **Lineare Sequenzen:**
  - **der Benutzer durchläuft unabhängig von seiner Eingabe eine vordefinierte Folge von Menüs;**
  - **man kann nichts falsch machen und nichts vergessen;**
  - **Notwendigkeit der Orientierungsinformation und der Rücksprung-/Korrekturmöglichkeit**
- **Baumstruktur:**
  - **bei großer Menge von Optionen hierarchische Gruppierung notwendig**
  - **Verzweigung von einem Ausgangspunkt, i.d.R. ohne Verbindung zwischen einzelnen Zweigen**
  - **breite Bäume mit ≈ 3-4 Ebenen und ø 7 Optionen besser als schmale und tiefe Bäume**
- **Netzwerke**
  - **Zugriffsmöglichkeit auf Optionen von verschiedenen Zweigen; Verbindung zwischen einzelnen Zweigen; flexibler aber unübersichtlicher als Baumstrukturen**

- Eberleh 1988, 126ff. -

Auswahlmöglichkeiten von Menüs

- **Zeigeoperation mit Maus, Finger etc.:**
  - **technisch anspruchsvoller,**
  - **Platzbedarf am Arbeitsplatz bei Maus, Navigationsbedarf**
- **Cursor-Tasten:**
  - **technisch einfach,**
  - **Navigationsbedarf**
- **Ziffern:**
  - **bei natürlicher Reihenfolge**
  - **wenn nur numerische Tasten verfügbar (Btx, Handy)**
  - **Ziffern sind leicht auffindbar auch bei ungeübten Benutzern**
- **Buchstaben:**
  - **mehr einstellige Kürzel (26 statt 10)**
  - **mnemotechnische Unterstützung der Merkbarkeit (H für Hilfe, D für Drucken, S für Sichern, N für Nächstes)**
  - **Probleme bei Mehrfachbelegung best. Anfangsbuchstaben**
- **Spracheingabe:**
  - **technisch aufwändig, begrenztes Vokabular,**
  - **kein Zusatzmedium erforderlich**

- Eberleh 1988, 128ff. -

Gestaltung von Menüs

- **Benennung der Optionen:**
  - **kurze, treffende Bezeichnungen**
  - **sinntragende, diskriminierende Elemente am Anfang**
    rechter Einzug statt Einzug rechts
    linker Einzug Einzug links
  - **Titel von übergeordneten Menüs sollten an Folgemenüs vererbt werden**
- **Anordnung der Optionen:**
  - **natürliche Ordnung nutzen:**
    - » **chronologische Ordnung (z.B. Wochentage)**
    - » **ordinal aufsteigend bzw. absteigend (Rangfolgen)**
    - » **physikalische Ordnung (Länge, Volumen, ...)**
    - » **alphabetische Ordnung (lange Listen)**
  - **Häufigkeit der Benutzung**
  - **funktionale Ähnlichkeit mit optischer Trennung von Untergruppen**
- **grafische Gestaltung:**
  - **konsistente, einheitliche Gestaltung**
  - **Titel in jedem Menü an der gleichen Position**
  - **Optionen immer linksbündig aufführen**
- **Orientierung anbieten durch Übersichten, v.a. bei hierarchischen Menüs**

- Eberleh 1988, 131ff. -

Antwort- und Bildaufbauzeit (gilt heute v.a. bei Web-basierten Systemen)

- **Menüs nur bei kurzer Antwort- und Bildaufbauzeit sonst eher Kommandosprache**
- **bei relativ langer Antwortzeit: viele Optionen in einzelnen Menüs, damit häufige Menüwechsel entfallen**
- **bei relativ langer Bildaufbauzeit: wenig Optionen in einzelnen Menüs, damit schnelle Auswahl möglich ist**

- Eberleh 1988, 134 -

Beschleunigung der Menüwahlen

- **Pfadnamen:**

  Routinebenutzer lernen die Auswahlbuchstaben von Menüfolgen für bestimmte Aufgaben auswendig; bei guter Buchstabenwahl ergeben sich u.U. sinnvolle Silben (Superzeichen, Chunks)

- **Direkter Zugriff (Designator):**

  Eintippen eines Buchstabens oder einer Zahl (explicit designator), oder Eintippen eines (Teils eines) Kommandonamens (implicit designator), gewöhnlich gefolgt von einem Ausführungskommando
  z.B.: FAZ2 = zweite Seite der Frankfurter Allgemeinen Zeitung,
  möglich bei wenigen Menünamen, die sich der (Routine-) Benutzer merken kann

- **Kommandokürzel (Accelerator):**

  die einzelnen Menü-Optionen sind mit Kürzeln versehen, die

  – **zusammen mit einer Befehlstaste ohne Öffnen des Menüs oder**

  – **bei geöffnetem Menü/Dialogbox ohne zusätzliche Befehlstaste**

  eingegeben werden und die Funktion aufrufen

- **Toolbar-Ergänzungen:**

  häufige Funktionen werden in die Werkzeugleiste eingetragen

- **Makro-Kommandos:**

  Menüsequenzen werden unter einem selbstgewählten Namen abgespeichert und können hierüber abgerufen werden

- Eberleh 1988, 131ff. -

Interaktionssprachen

- **Jedwede Interaktion zwischen Mensch und Computer wird als Sprache aufgefasst**
- **Beschreibbar anhand einer Grammatik, die sich im wesentlichen auf Vokabular, Semantik und Syntax bezieht**
- **Interaktionssprachen im engeren Sinne sind solche, in denen der Benutzer selbst Ausdrücke formulieren und aus einfacheren Elementen komplexere Einheiten konstruieren kann (vgl. dagegen Masken, Menüs und dir. Manip.)**
- **Unterscheidung zwischen Kommandosprachen, Abfragesprachen und Programmiersprachen (evtl. noch Makrosprachen)**

- Zoeppritz/Rohr 1988, 139 -

Eigenschaften von Interaktionssprachen

- **Sprachen drücken Botschaften aus; diese setzen sich aus einzelnen Bedeutungselementen zusammen**
- **Bedeutung ist gebunden**
  - an ein Zeichen, Wort (Semantik) oder
  - an eine bestimme Stellung innerhalb eines Ausdrucks (Syntax)
- **Sprachen unterscheiden sich danach,**
  - wie die Bedeutungen auf Syntax und Vokabular verteilt sind und
  - wie Syntax und Vokabular den Benutzergewohnheiten und Benutzerinteressen entsprechen

- Zoeppritz/Rohr 1988, 140f. -

Kommandosprachen: zweckgebundene Anwendungssprachen

- **Bedeutung ist überwiegend im Vokabular festgelegt, im Inventar verfügbarer Kommandos**
- **Einschränkungen des Geltungsbereichs eines Kommandos erfolgen über Zusatzinformationen i.d.R. Parameter(listen): parametrisierte Kommandos**
- **Syntax trennt Kommandos von Parametern und Arten von Parametern untereinander**
- **Konflikt zwischen Größe des Vokabulars und Komplexität der Syntax**
- **Positionen erlauben es, Zeichen für verschiedene Zwecke zu verwenden**
- **Positionsmarken können sein: Zeilenanfang, Sonderzeichen, wie : , (;) etc.**

- Zoeppritz/Rohr 1988, 141ff. -

Abfragesprache:
Abruf von Daten aus Datenbank

- **prozedurale Abfragesprache:**
  Beschreibung, wie die gewünschten Daten in der Datenbank zu finden sind
  (≈ Programmiersprache für spezielle Zwecke)
- **deskriptive Abfragesprache:**
  Beschreibung der Daten, die gesucht werden sollen, ohne Angabe der Vorgehensweise
  die Abfragesprache enthält reservierte Wörter, die nicht für Arbeitsdaten verwendet werden dürfen
  Konzepte der Abfragesprache: Mengen und Relationen

- Zoeppritz/Rohr 1988, 144ff. -

Programmiersprachen: Grundlage aller Interaktionssprachen

- **Bestimmung von Aktionen und Steuerung und Kontrolle von Abläufen**
- **höhere Programmiersprachen: Zusammenfassung von Einzelinstruktionen in Oberbegriffen; Orientierung eher an Benutzerzielen als an Abfolgen von Maschinenzuständen**
- **Programmiersprachen verlangen die Antizipation möglicher Systemzustände und entsprechender Reaktionen des Programms auf solche Zustände (bei Kommandosprachen treibt der Benutzer den Dialog schrittweise und erhält direkte Rückmeldungen)**

- Zoeppritz/Rohr 1988, 147f. -

Makros

- **Makros = benutzerdefinierte Folgen von Einzelkommandos**
- **Makros werden**
  - über eine allgemeine Kommandosprache,
  - durch eine spezielle Makrosprachen oder
  - durch „Vormachen“ definiert
- **Unterschied zwischen Kommandosprache und Programmiersprache ist fließend**
- **u.U. können auch Parameterwerte im Rahmen der Makro-Abarbeitung übergeben werden („Interaktive Makros“)**

- Zoeppritz/Rohr 1988, 148 -

Anforderungen an benutzerfreundliche Interaktionssprachen

- **Vermittlung von angemessenem Konzeptwissen**
- **mnemotechnischer Wert von geeigneten Schlüsselworten (v.a. seltene und bildlich konkrete Begriffe, d.h. arm an Ähnlichkeitshemmung)**

- Zoeppritz/Rohr 1988, 158 -

Masken und Formulare

- **Übernahme von Papierformularen auf den Bildschirm aber keinen Schwachsinn perpetuieren, Softwaregestaltung ist Arbeitsgestaltung! u.U. Re-Design der Vorlagen**
- **Gestaltung erfordert**
  - eine Aufgaben- und Situationsanalyse sowie
  - eine Berücksichtigung ergonomischer (v.a. wahrnehmungspsychologischer) Erkenntnisse

Beispielsmasken z.B. aus TBS 1993, 105

- Zwerina 1988, 163f. -

Informationsklassen bei der Bildschirmgestaltung

Informationsklasse:	Beispiele:
Status-Information	Systemname, Maskenname
Arbeitsinformation	Mengen, Preise
Steuer-Information	Code der vorbelegten Folgemaske Menü der wählbaren Funktionen
Meldungen	Fehlermeldungen, Warnmeldungen

- Zwerina 1988, 167 -

Gestaltung der Arbeitsinformation

Benutzergruppe: / Gestaltungsaspekt:	Naiver Benutzer	Sachbearbeiter
Menge pro Bildschirm	gering (kleine Schritte)	hoch (bis zu 50% ausschöpfen)
Ausführlichkeit	Erläuterungen	Stichworte
Ausdrucksweise	Umgangssprache keine Fachbegriffe keine Abkürzungen keine EDV-Begriffe	Umgangssprache Fachbegriffe gebräuchl. Abkürzungen keine EDV-Begriffe

- Zwerina 1988, 168 -

Direkte Manipulation

- **Erste marktreife Entwicklung Anfang der 80er Jahre**
- **Humanwissenschaftliche Vorlaufforschung am XEROX-PARC (Star-System)**
- **Basistechnik:**
  - Grafiksysteme
  - objektorientierte Programmierung

- Ilg/Ziegler 1988, 175 -

Direkte grafische Manipulation

- **grafische Präsentation von vertrauten Objekten (der Büroumgebung)**
- **Manipulationsmöglichkeit auf einfache und konsistente Weise mit einem Zeige-Instrument in objektorientierter Weise**
- **direkter Zugriff auf bedeutungsvolle Objekte**
- **keine Übersetzung zwischen rechnerspezifischen und benutzerspezifischen Objekten nötig,**
  d. h. keine symbolische/formal-sprachliche Transformation

- Fähnrich/Ziegler 1987 -

Direkte Manipulation nach Shneiderman

- **permanente Sichtbarkeit von Objekten**
- **schnelle, umkehrbare, einstufige Benutzeraktionen mit unmittelbarer Rückmeldung (vgl. WYSIWYG)**
- **sofortiges Sehen der Veränderungen durch DM, mit der Möglichkeit der direkten Feinkorrektur**
- **Ersetzen komplexer Kommandos durch physische Aktionen (z.B. Mausbewegung). Direktes Handelt statt zu verbalisieren**

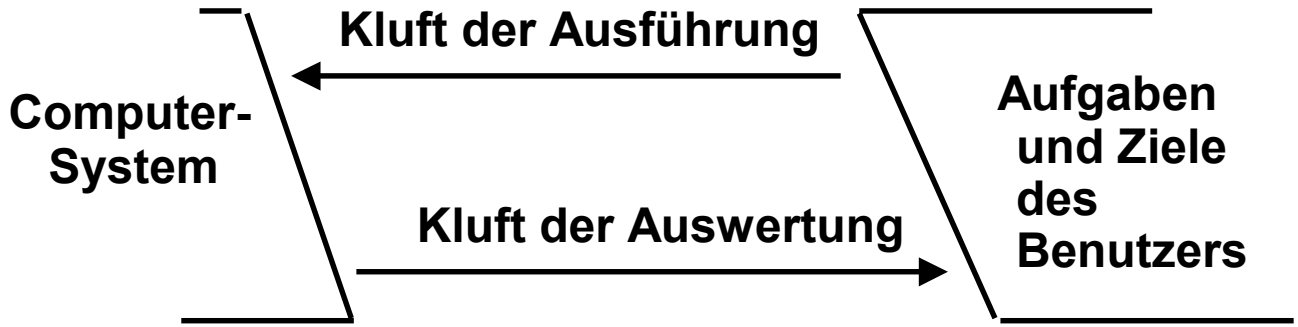
führen zu:

- **schneller Erlernbarkeit der grundlegenden Funktionalität durch Ausprobieren (Novizen)**
- **effiziente Arbeitsweise und Erweiterbarkeit (Experten)**
- **leicht zu behaltende Interaktionsmöglichkeiten (Gelegenheitsbenutzer)**
- **Fehlermeldungen werden wegen direkter Rückmeldung kaum benötigt**
- **zielgerechtes Arbeiten durch sofortiges Feedback**
- **Reduzierung der Beanspruchung des Benutzers durch leichte Verständlichkeit, Vorhersehbarkeit und Rücknehmbarkeit (UNDO)**

- Ilg/Ziegler 1988, 175f. -

Direkte Manipulation nach Hutchins et al.

Ziel: Ein-/Ausgabe-Kluft durch das Konzept der Direktheit überwinden



- **Die Kluft der Ausführung (gulf of execution) bezieht sich auf die erforderliche Umsetzung der Benutzerziele in systemverständliche Eingaben**
- **Die Kluft der Auswertung (gulf of evaluation) bezieht sich auf die benutzerverständliche Darstellungsform der Systemreaktion**
- **Die Kluft kann nach Hutchins/Hollan/Norman (1986) überbrückt werden durch die Möglichkeit, Ausdrücke der Ausgabesprache direkt als Elemente der Eingabesprache zu verwenden ("interreferential I/O")**

- Ilg/Ziegler 1988, 177f. -

Direkte Manipulation nach Fähnrich/Ziegler

- ***Repräsentation*** **interner Objekte und -zustände entspricht extern dargestellten Objekten und -zuständen; Darstellung bleibt permanent erhalten; kein Wechsel zwischen Ein- und Ausgaben**
- **Manipulative Systeme ermöglichen** ***Referenzieren*** **durch Zeigeoperationen (statt durch symbolische Namen oder Koordinaten)**
- **Manipulative Systeme weise hohe** ***Interaktivität*** **auf; jede elementare Eingabe ist sofort interpretierbar (auch bei „modernen“ Systemen beim Scrollen verletzt, konsequenter bei NeXT)**
- **Klare Organisation in Objekte und Funktionen mit syntaktischer Reihenfolge: Objektselektion - Funktionsaufruf**

- Ilg/Ziegler 1988, 178ff. -

Direktheit

- **semantische Direktheit**
  Distanz zwischen den Intentionen des Benutzers und den im System verfügbaren semantischen Objekten und Operationen;
  diese sollen auf einer Ebene verfügbar sein, auf der der Benutzer über seine Aufgabe nachdenkt
  (z.B. Rechteck erstellen aus Prototyp „Rechteck“ statt aus einzelnen Linien)
- **operationale Direktheit**
  auf der Dialogebene bestimmt der zeitliche Ablauf der Interaktion und die Syntax der Eingabe die Direktheit;
  alle dargestellten Objekte sollen benutzergesteuert zugänglich sein und durch unmittelbare Rückmeldung zu Operationen die Überprüfung des Handlungsablaufs unterstützen
- **formale Direktheit**
  unmittelbare Verständlichkeit der Systemausgabe und vertraute Handhabbarkeit der Eingabeelemente: sinnfällige Verwendung von Piktogrammen, Objekt- und Funktionsselektion statt symbolischer Namen

Direktheit ist benutzerabhängig: Wissen, Kultur

- Ilg/Ziegler 1988, 181f. -

Empirische Untersuchungen zu Interaktionstechniken

- **Card: 5 Editoren, 2 mit DM, Experten**
  - **für Text ändern und Textbausteinverarbeitung bietet DM Zeitvorteile (selbst bei Experten!)**
- **Shneiderman: 2 Dokumentverwaltungen, 2 mit DM, Laien**
  - **Überlegenheit des DM-Systems bzgl. Erlernbarkeit, Ausführungszeit und subjektiver Bewertung (geringere Gedächtnisanforderungen, geringere Bearbeitungszeit durch Maus und Menüs)**
- **Frese et al.: 2 Textsysteme, 1 mit DM, Laien**
  - **bessere Leistungen bei DM**
  - **Methode überlegen, bei der das mentale Modell selbstgesteuert und integrativ entwickelt wird**
- **Whiteside et al.: 7 Systeme, 2 mit DM, einfache Ausfüllaufgaben, 3 Benutzergruppen**
  - **große Unterschiede, aber kein trade-off zwischen Erlernbarkeit und Benutzbarkeit bei unterschiedlichen Schnittstellenkonzepten**
  - **keine generelle Überlegenheit eines Schnittstellenkonzeptes; wohl aber Abhängigkeit von Detailgestaltung**
  - **Eingabesyntax war schwierig zu erlernen und fehleranfällig (auch z.B. bei Mausklicks)**

- Ilg/Ziegler 1988, 191ff. -

Probleme der grafischen Oberflächen

- **Gestaltungsdetails sind oft nicht verständlich**
- **Zeigeinstrumente sind lern- und übungsbedürftig (kognitiv und feinmotorisch)**
- **Semantik des Überstreichens und Anklickens (1x, 2x, Festhalten bei Pull-down-Menüs) ist lernbedürftig**
- **Metaphernbrüche kommen oft vor**

Auswirkung verschiedener Benutzungsoberflächen

Vergleich von

- **Menüsystemen versus Kontrollkommandos**

bei Anwendung

- **einer Metaphernwelt versus einer abstrakten Systemdarstellung**

Ergebnis: Verbindung von Menüs mit Metaphernwelt war allen anderen Kombinationen überlegen

- Streitz 1987, 51: Lieser/Streitz/Wolters 1987 -

Lerntransfer: Menüs zu Kontrollkommandos

- **Nutzung eines Menüsystems fördert das anschließende Erlernen einer kommando-orientierten Schnittstelle**
- **erhöht das Überblickswissen über die Gesamtfunktionalität bei anfänglichen Menübenutzern gegenüber denjenigen, die nur mit den Kontrollkommandos gearbeitet haben**

- Streitz 1987, 51f.: Streitz/Spijkers/van Duren 1987 -

Permanent verfügbar zu haltende Dialoggrundfunktionen

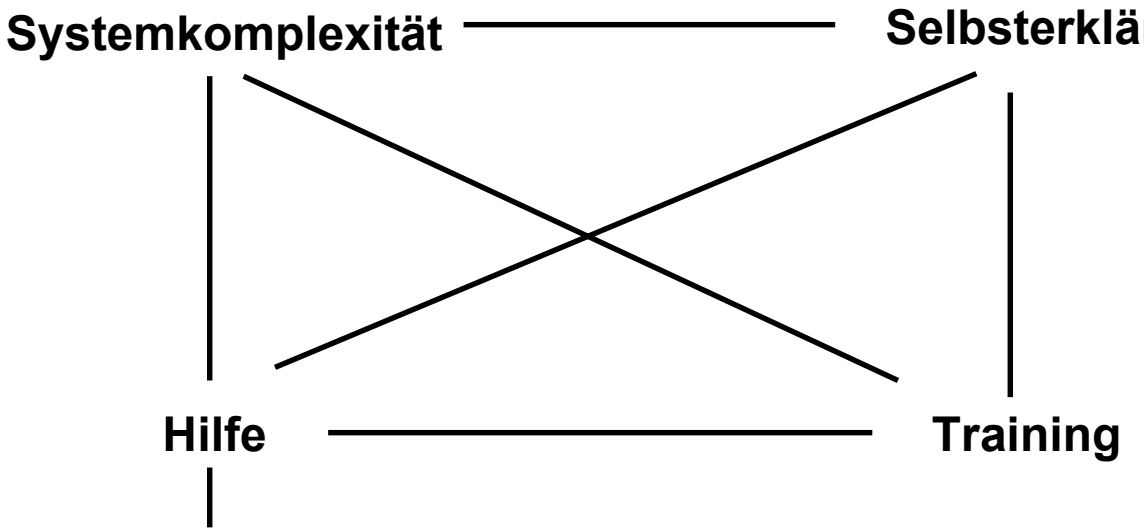
- **Beginnen**
- **Beenden**
- **Unterbrechen**
- **Fortsetzen**
- **Nächsten Schritt durchführen**
- **Vorhergehenden Schritt durchführen**
- **Ungeschehen machen (UNDO)**
- **Helfen**

- **Laden**
- **Schließen**
- **Speichern**
- **Drucken**
- **Löschen**
- **Kopieren**
- **Einfügen**

- Zwerina 1988, 168f. -

Hilfesysteme

Hilfesysteme als Beitrag zur Benutzungsunterstützung



Hilfesystem ist kein Reparaturbetrieb für schlechte Systemgestaltung und -einführung!

- vgl. Macintosh Human Interface Note 9 -

Verhältnis von Hilfesystem und Handbuch

- **Hilfesystem bietet vernetzte Informationen**
- **Hilfesystem kann kontextbezogen reagieren**
- **Hilfesystem ist schneller verfügbar**
- **Hilfesystem lässt sich besser aktuell halten**
- **Handbuch bietet die Gelegenheit zur zurückgezogenen Lektüre größerer Wissenseinheiten**

- Bauer/Schwab 1988, 198 -

Klassifikation von Hilfesystemen

passive Hilfe: wird ausgelöst durch eine explizite Anfrage des Benutzers; liefert Information, die den aktuellen Kontext nicht berücksichtigt	**aktive Hilfe:** wird gegeben, wenn das Hilfesystem feststellt, dass Hilfe nötig ist; berücksichtigt den Kontext zum Zeitpunkt der Hilfeanforderung
statische Hilfe: liefert Information, die den aktuellen Kontext nicht berücksichtigt	**dynamische Hilfe:** berücksichtigt den Kontext zum Zeitpunkt der Hilfeanforderung
uniforme Hilfe: liefert für jeden Benutzer dieselbe Information	**individuelle Hilfe:** liefert Information, die an die speziellen Bedürfnisse des Benutzers angepasst ist.

- Bauer/Schwab 1988, 198 -

Aktive Hilfe

- **Automatische Korrektur von Tippfehlern**
- **Automatische Defaultersetzung bzw. Nachfragen fehlender Parameter bei Kommandoeingabe**
- **Hinweise bei Kommandos mit schwerwiegenden Konsequenzen**
- **Vorschlag besserer Systemnutzungsmöglichkeiten**

- Bauer/Schwab 1988, 199 -

Passive Hilfe

- **am meisten verbreitet**
- **am einfachsten zu erstellen**
- **Anfrage über**

  - Kommandonamen
  - Schlüsselwörter
  - Navigation durch Informationsnetze
  - Anfragen in natürlicher Sprache

- Bauer/Schwab 1988, 198f. -

Hilfesysteme und Selbsterklärung

- **Hilfesysteme ersetzen kein gutes Systemdesign**
- **Bei schlechter Benutzerschnittstelle eher Redesign als Hilfesystem**
- **Hilfesystem darf nicht seinerseits Hilfe erfordern:**
  muss gut zu bedienen sein, d.h.:
  - selbsterklärend
  - dieselben Interaktionsmechanismen wie Anwendungssystem benutzen

- Bauer/Schwab 1988, 200 -

Hilfesystem und Benutzergruppen

unerfahrener Benutzer	Expertenbenutzer
hat Schwierigkeiten mit dem System	geht kompetent mit dem System um
gute Benutzerführung ist wichtig	will vom System nicht eingeengt werden
erwartet explizite selbsterklärende Kommandos	erwartet komplexe Kommandos für schnelle Interaktion

- Bauer/Schwab 1988, 201 -

Aktives Hilfesystem und Benutzermodellierung

- **Benutzermodell enthält Informationen über:**
  - **Erfahrung des Benutzers mit dem System**
  - **dem Benutzer bekannte Konzepte**
  - **vom Benutzer fehlerfrei genutzte Kommandos**
  - **vom Benutzer bevorzugte Interaktionstechnik**
  - **dem Benutzer bisher erteilte Ratschläge sowie deren Akzeptanz**
- **Interaktionsmodell enthält Informationen über**
  - **vom Benutzer ausgeführten Plan**
  - **im aktuellen Kontext verfügbare Kommandos**
  - **Beschreibung, wie Pläne auf einfachste Art realisiert werden können**
  - **häufigste Fehler und Missverständnisse**
- **Sparsamkeit:**
  - **Teile, die im Benutzermodell als „bereits bekannt“ markiert sind, brauchen nicht nochmals erläutert zu werden**
  - **Informationen können aus dem Dialog entnommen oder explizit erfragt werden**
- **Benutzermodell sollte für den Benutzer einsehbar und modifizierbar sein**

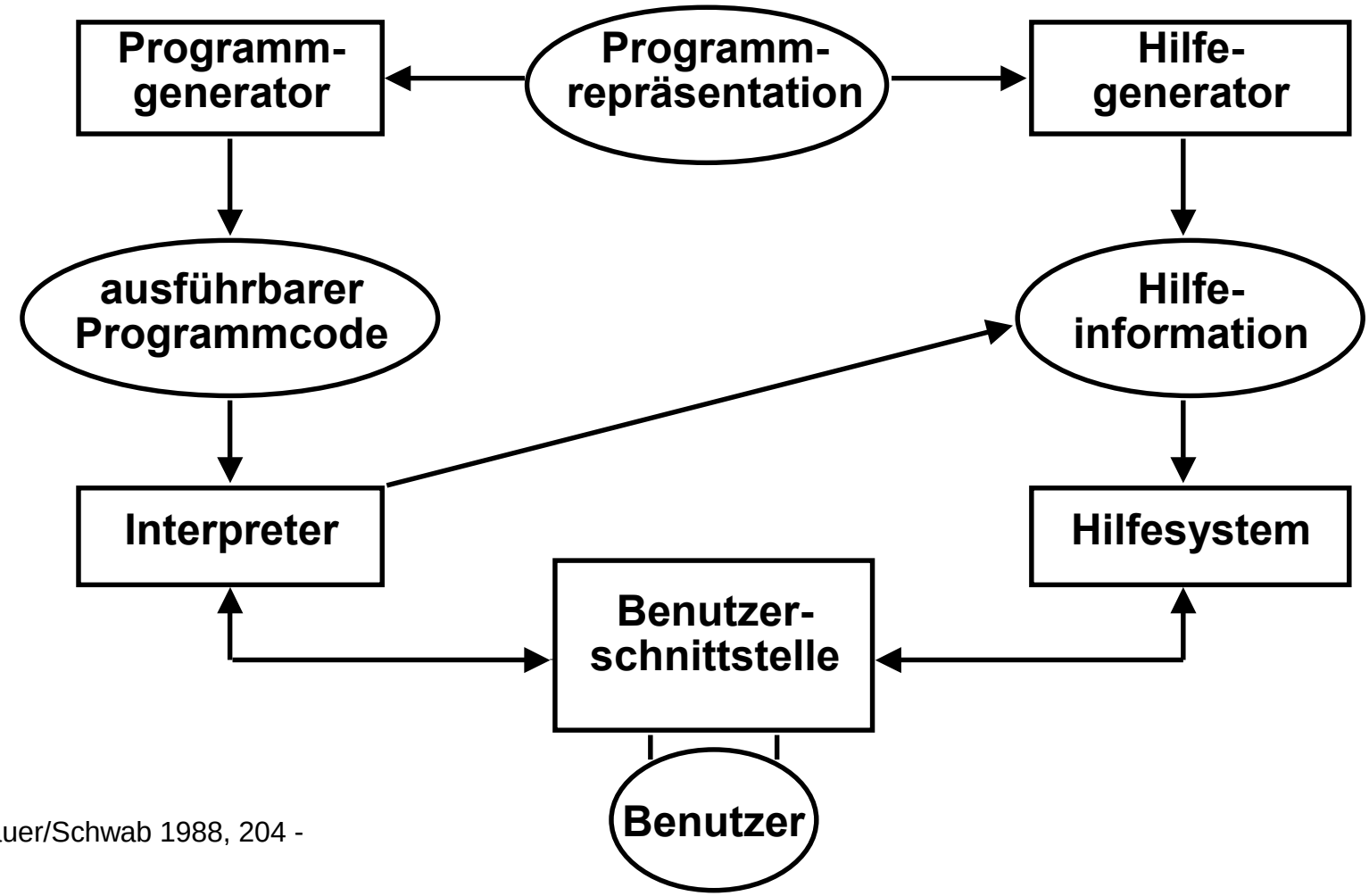
- Bauer/Schwab 1988, 202 -

Vorteile aktiver Hilfe

- **Das aktive Hilfesystem kann neue, dem Benutzer noch nicht bekannte Konzepte vorschlagen (gegenüber passiver Hilfe)**
- **Das aktive Hilfesystem ermöglicht eine frühzeitige/sofortige Aufgabenbearbeitung des Benutzers mit dem System (gegenüber Lehrsystem)**
- **Der Benutzer muss nicht erst eine Anfragesprache für die Benutzung des Hilfesystems erlernen**

- Bauer/Schwab 1988, 202 -

Gemeinsame Wissensbasis für Hilfe und Anwendung



- Bauer/Schwab 1988, 204 -

Konzeptuelles versus Ereigniswissen

konzeptuell	**ereignis-orientiert**
abstrakt	konkret
Bezugspunkte	
prinzipielle Funktion allgemeiner Zweck	Black-Box-Betrachtung aktuelle Erfordernisse
erkenntnistheoretischer Stellenwert	
verstehende Erklärung (zur Herleitung nicht beobachtbarer Daten)	beschreibende Erklärung (beobachtbarer Daten)
Wirkung	
langfristig	kurzfristig

- Herrmann 1988, 218 -

Determinanten bei der Kontextberücksichtigung

Persönliche Faktoren des Benutzers
- **Wissensstand**
- **Irritierbarkeit**

Sprachprobleme
- **Syntax (der Benutzer vertippt sich, das System korrigiert)**
- **Semantik (der Benutzer missinterpretiert zwei benachbarte Items)**
- **Pragmatik (der Benutzer handelt nicht zweckentsprechend)**

Örtlichkeit, Zeitlichkeit, Umfeld
- **Raum (Größendarstellung von Manipulationsobjekten auf dem Schirm)**
- **Umfang (Häufigkeit der Ausführung der potenziell zu optimierenden Funktion)**
- **Zeit (Abstand zum einmal beherrschten Kommando, zum letzten Fehler)**
- **Rang (Bedeutung von Fakten im Verhältnis untereinander, physikalische Größen)**

Aktualität (Präferenzen verändern sich laufend, in Abhängigkeit von Aufgaben, Stimmungen, Stress etc.)

Interpretationsunsicherheit bei der Vermittlung konzeptionellen Wissens gegenüber dem Benutzer (System weiß nicht, welche Metapher angemessen ist)

- Herrmann 1988, 222ff. -

Individualisierung

Individualisierte Systemnutzung

Inhalt:

- **Einordnung der Individualisierung in Flexibilität als ergonomisches Kriterium**
- **Formen der Flexibilität**
- **Anforderungen an Flexibilität**
- **Ergebnisse**

Flexibilität

- flexiblere Aufgabenerledigung durch flexiblere Möglichkeiten der Dialogführung
- erfordert erhöhten kognitiven Planungsaufwand vor bzw. bei der Aufgabenbearbeitung
- Ergonomen können dem durchaus positive Seiten abgewinnen
- trotzdem sind Überforderungstendenzen kritisch zu beobachten und Lernanforderungen und Fehlermöglichkeiten zu betrachten

- Fähnrich/Ziegler 1987; Oppermann 1989 -

Allgemeine Gründe für Individualisierung

- **Grundbedürfnis des Menschen**
- **Inter-/Intraindividuelle Differenzen zwischen Personen**
- **Wunsch nach Handlungskontrolle & Autonomie**

Besondere Gründe für Individualisierung

- **Systeme werden nicht für *einen* Benutzer und für *eine* Aufgabe entwickelt:**
  - ***Benutzer* unterscheiden sich voneinander und über die Zeit**
  - ***Aufgaben* unterscheiden sich voneinander und über die Zeit**
- **Gestaltungsentscheidungen werden:**
  - **aus der Entwicklungsphase in die Nutzungsphase verlagert**
  - **statt vom Entwickler vom Benutzer getroffen**

Effekte individualisierter Systemnutzung

- **Verbesserte Motivation**
- **Erhöhte Kreativität**
- **Erhöhte Arbeitszufriedenheit**

- **In der Folge:**
  Erhöhte Effektivität/Effizienz

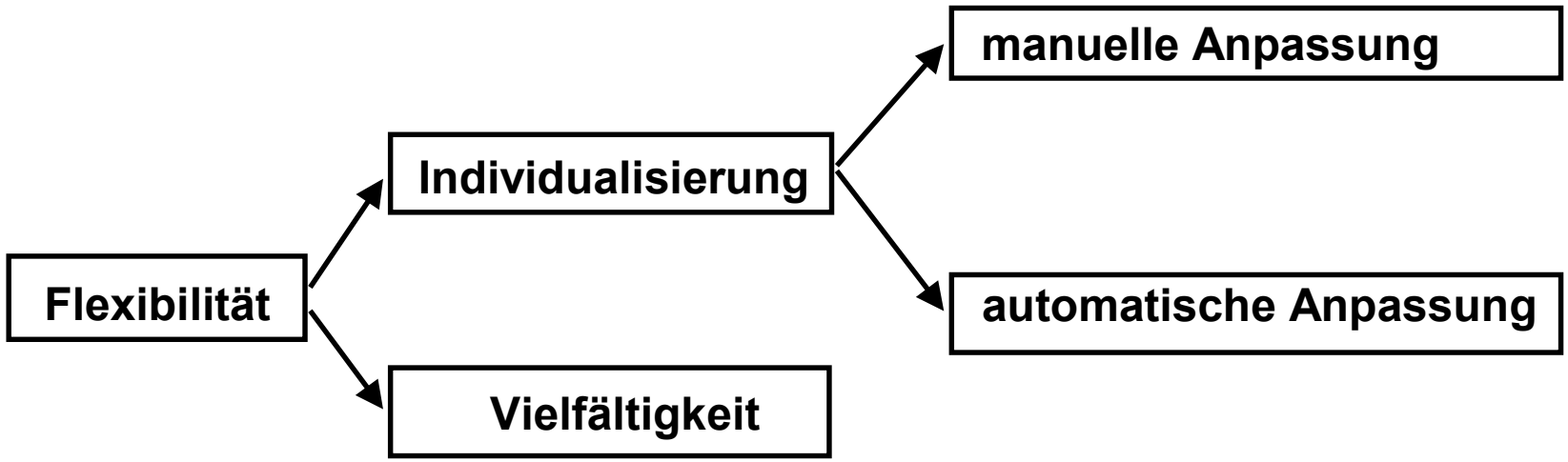
Gründe für Individualisierungseffekte

- **bessere Eignung von individualisierten System-eigenschaften**
  - **für die Person**
  - **für die Aufgabe**

- **Die These von Taylor´s wissenschaftlicher Betriebsführung, dass es für jede Aufgabe *einen* optimalen Lösungsweg gebe, den es wissenschaftlich zu ermitteln gelte und dem alle Arbeitenden folgen sollten, ist hinlänglich widerlegt!**

- **bessere Bindung der Person an individualisierte Systemeigenschaften**

Arten der Flexibilität



Flexibilität

= **Möglichkeit unterschiedlicher Wahl von Vorgehensweise und Ergebnisdarstellung nach individuellen Präferenzen**

z.B. freie Sequenzwahl bei der Spezifikation von Parameterlisten

Vielfältigkeit

= **Permanente wahlweise Verfügbarkeit von Alternativen mit äquivalenten Effekten**

z.B. Menüauswahl und Kommandoeingabe

Individualisierung

= **Anpassung des Systems**

= **an: individuellen Vorgehens- oder Präsentationsstil**

= **durch: vorbereitende Anpassungsmaßnahme,**

= **wobei sich : die alternativen Wege der Systemnutzung ablösen bzw. ergänzen**

z.B. Verlagerung von Menüoptionen in eine andere Menüebene

Manuelle Anpassung (Anpassbarkeit, Adaptability)

= **Anpassung von Systemeigenschaften initiativ und aktiv durch den Benutzer**

z.B. Benennung von Menüoptionen

Automatische Anpassung (Adaptivität, Adaptivity)

= **Anpassung von Systemeigenschaften initiativ und automatisch durch das System**

z.B. Reihenfolge von Menüoptionen nach Benutzungsfrequenz

Inhaltsanpassungen

Adaption environment

The current tip

If you define the following adaptation, it may simplify your work:

Adaptation: Menu entry
Function: Past special
Parameters: Formulas; no arithmetic operations; transpose

Define

Process

Cancel

Adaptation

Key: **Ctrl-** [a b c]

Menu entry:

Adapt

Over-view

Critique

Tutorial

Toolbar

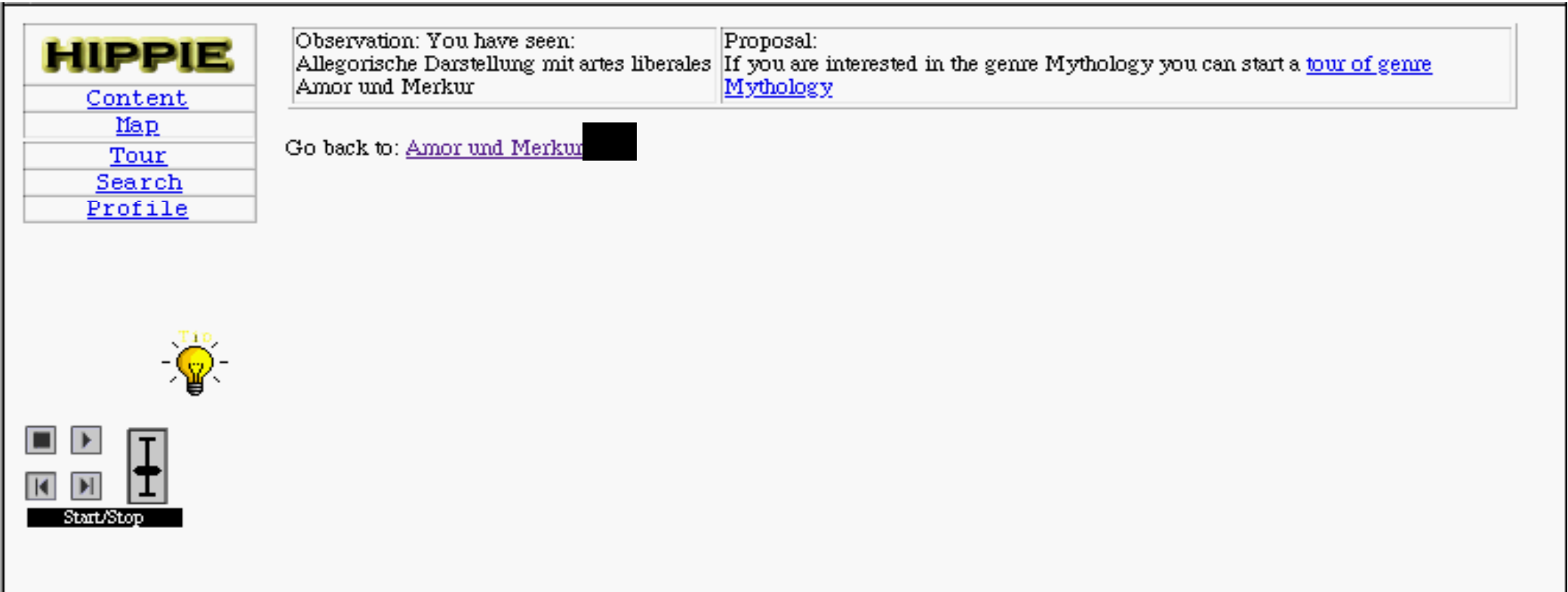
Beispiel für Adaptation von Präsentationsobjekten an Benutzerinteressen

The system evaluates the visitor's preferred objects

The blinking light notifies the user of system generated proposal(s)

Adaptive tour proposal

After clicking the light the system displays
- **observations about the visit so far**
- **proposals for tours**
- **back option to last presentation**



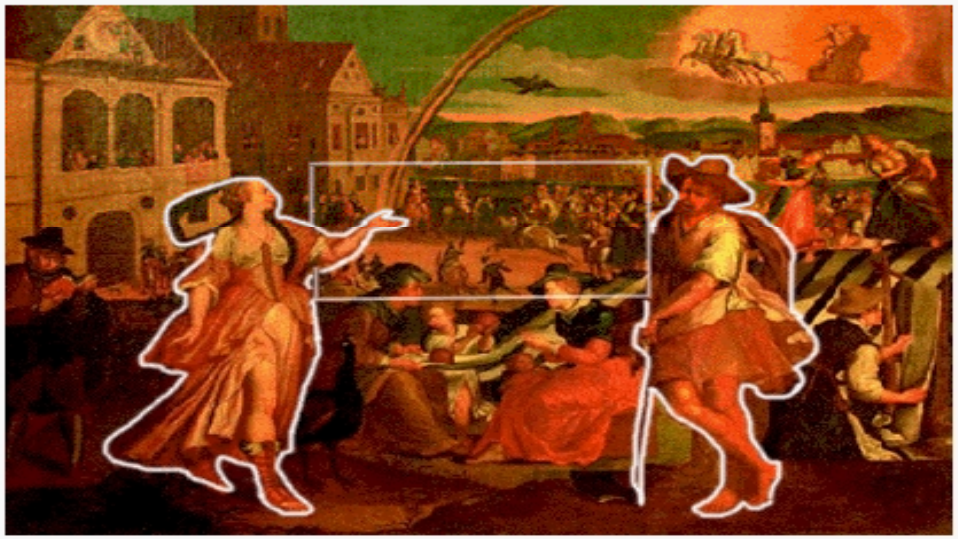
Adaptation to attributes of interest

The system evaluates the visitor's preferred attributes

HIPPIE
Content
Map
Tour
Search
Profile

Tag-Nacht-Zyklus: 'Tag' in Galerie-Saal in Schloss Fürstenhoven

Style: Spätmanierismus, wenn auch die malerische Darstellung der Personen, insbesondere ihre Kleiderformsprache, eher dem barocken Stil entspricht.



Die Hauptelemente des Vordergrundes bilden links die Göttin Juno mit Pfau und rechts ein auf eine Hacke gestützter Mann.
Der Vordergrund insgesamt stellt eine Art Prologhandlung für die eigentliche Handlungsdarstellung im Mittelgrund dar. Die beiden Figuren lenken den Blick wie durch ein Fenster dorthin.

Die Menge der Einzelelemente und die Vielzahl der unterschiedlichen Bewegungsrichtungen auf dem runden Platz im Zentrum des Bildes wecken Interesse.
Der Platz als Innenansicht und die Stadtsilhouette als Außenansicht einer Stadt bilden einen gewissen Gegensatz, so wie die Offenheit des Tages mit seiner Dynamik und seinen Aktivitäten dem Abschließenden und der Ruhe der Nacht gegenübersteht.

Art analytical attributes are proposed as a default sequence of presentation for the individual visitor (instead of Artist biogr. etc.)

Start/Stop

Abstract	Artist	Dateline	Motives	Genre	Material	Technique
→ Style	→ Composition	→ Form	→ Color	Note	View	Way to …

Arten und Anwendungsbereiche der Adaptivität

Adaptionsart: / Bereich:	Anpassung auf Anforderung	Anpassung mit Bestätigung	Anpassung vollständig automatisch
allgemeine Benutzerfehler			xxxxxxxxxx
Benutzereigenschaften		xxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
Benutzerleistungen	xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxx	
Benutzerziele	xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxx	
Informationsumgebung	xxxxxxxxxxxx		

- Edmonds 1987 -

Verfügbarkeit alternativer Systemnutzung

	Verfügbarkeit:	*Beispiel:*
Vielfältigkeit:	**permanent**	***Menü und Kommandoeingabe***
Individualisierung: **(als Adaptierbarkeit und Auto-Adaptivität)**	**ab Anpassungs-maßnahme**	***Umbenennung von Befehlen (Ctr.B vs.Ctr.Q); Verlagerung von Menüoptionen***

Geltungsdauer von Anpassungsmaßnahmen

Geltungsdauer	*Beispiele*
momentan/ situativ	*Positionierungskoordinaten von Objekten*
dokumentspezifisch	*Layout; Druckformate*
sitzungsspezifisch	*Anzeige von Steuerzeichen am Bildschirm*
bis auf Widerruf	*Menüumfang*

Geltungsbereiche von Anpassungsmaßnahmen

	Geltungsbereich	*Beispiele*
Inter-face	Ein-/Ausgabeschnittstelle	*Bezeichnung von Kommandos*
	Dialogschnittstelle	*Steuerung von Warnmeldungen*
	Werkzeugschnittstelle	*Anlegen von Makros*
Funk-tiona-lität	Umfang	*Funktionserweiterung*
	Wirkungsweise	*Einfügen vs. Überschreiben*
	Präsentation	*Fontauswahl*

Rollen der Akteure bei Flexibilitätsmaßnahmen

Leistung: / Akteur:	Vielfältigkeit	Adaptierbarkeit	Auto-Adaptivität
Entwickler	implementiert	implementiert	implementiert Mechanismen
lokaler Experte (Power-User)	informiert und berät	informiert (u.U. realisiert)	informiert und berät
System	bietet an	bietet an	führt implementierte Mechanismen aus
Endbenutzer	wählt aus und nutzt	wählt aus, realisiert und nutzt	moderiert und nutzt

Erforderliches Wissen bei Flexibilitätsmaßnahmen

Leistung: / Akteur:	Vielfältigkeit (1)	Adaptierbarkeit (2)	Auto-Adaptivität (3)
Entwickler	Wissen um die für Systemfunktionalität und Benutzerkreis *allgemein* sinnvollen Interaktionsweisen	Wie 1 plus: Wissen um die für Benutzer angemessenen Präsentationsweisen	Wissen um die für Systemfunktionalität und Benutzerkreis *speziell* sinnvollen Interaktionsweisen
Endbenutzer	Wissen um die angebotenen Alternativen und deren angemessene Einsatzweisen	wie 1 plus: Wissen um Werkzeuge und Verfahren	im Falle der Anpassungsmoderation: Wissen um die angemessene Interaktionsalternative

Methoden der Anpassung durch den Benutzer

- **Definition von Umgebungsparametern für die Ausführung zukünftiger Aktionen durch:**
  - **Definition von Parametern in Dialogboxen**
  - **Nutzung von Spezialbefehlen (Anpassung, Einstellungen, Optionen)**
- **Anlegen von benutzereigenen Makros**

Inhalte der Anpassung durch den Benutzer

- **Einstellung anwendungsübergreifender Parameter und Modi für Systemdarstellung und Systemverhalten (“Kontrollfeld“-Definitionen)**
- **Festlegen des Dialogstils (Menü vs. Kommando, DM-Instrumentalik, natürliche Sprache, Frage u. Antwort)**
- **Setzen von Benutzungsstufen bei Kommandos und Menüs (bis hin zum Übergang von fertiger Applikation zur offenen Entwicklungsumgebung)**
- **(selektive) Abschaltung von Kommandos und Menüoptionen (auch von alternativ angebotenen Kommandoeingabemöglichkeiten über die Tastatur in Menü-Systemen)**
- **Veränderung der Benennung und Struktur von Menüs und Kommandos (incl. Abkürzungen)**
- **Setzen von Benutzungsstufen bei Rückmeldungen (insbes. Fehlermeldungen und Hilfeinformationen)**
- **Schaffung, Veränderung und Abschaltung der Präsentation von Rückmeldungen (Formulierung, Darstellung)**
- **Schaffung, Veränderung und Abschaltung der Präsentation von Grafik- und Sound-Ikonen**
- **Veränderung von Standard-Displayparametern (Layout, Zeichenformate, Farbe)**
- **Veränderung der default-mäßig vorgegebenen Grenzen und Eigenschaften von Parameterwerten**
- **Schaffung von Zusatzfunktionen mit Mitteln des Anwendungssystems oder sonstiger Werkzeuge (z.B. Wecker, MacroMaker) sowie Veränderung und Abschaltung von Systemfunktionen**

Handlungsmöglichkeiten des Benutzers bei der Individualisierung

- **Einfluss auf die Auswahl zu individualisierender Merkmale (Individualisierungsspektrum)**
- **Einfluss auf die Gestaltung der einzelnen Alternativen (Individualisierungsausprägung)**
- **Einfluss auf die Zugänglichkeit der einzelnen Alternativen (Individualisierungsmethoden)**

Wissensrepräsentation bei Auto-Adaptivität

- ***Systemmodell:***
  Wissen des Systems über sich selbst:
  über Objekte, Funktionen, Interaktionsmöglichkeiten, Strukturen und Verzweigungen, Fehlermöglichkeiten und Hilfen

- ***Benutzermodell:***
  Wissen über Eigenschaften des Benutzers:
  - **allgemeine, relativ überdauernde Persönlichkeitseigenschaften (z.B. Visualizer/Verbalizer, Feldabhängigkeit, Intro-/Extravertiertheit)**
  - **spezielle, in Bezug auf ein bestimmtes System geltende Beziehungsmerkmale (z.B. Expertisegrad)**

- ***Aufgabenmodell:***
  Merkmale von Aufgaben:
  wiederkehrende Arbeitsfolgen oder Muster von Arbeitsschritten, die auf bestimmte Systemfunktionen abgebildet werden

Elementare Leistungen der Auto-Adaptivität

- ***Afferenz:*** **Der Benutzer bzw. die Aufgabe muss von Seiten des Systems „beobachtet“ werden, d.h. es muss erfasst und über einen bestimmten Zeitraum protokolliert werden, wie ein Benutzer vorgeht bzw. welche Aufgaben er bearbeitet**

- ***Inferenz:*** **Die Vorgehensweise muss bezüglich bestimmter Eigenheiten ausgewertet und bestimmten Merkmalen der Persönlichkeit, des Expertise- grades oder der Aufgaben zugeordnet werden. Aus dieser Zuordnung muss aufgrund von Persönlichkeits- oder Lerntheorien oder aufgrund von pragmatischen Effektivitätsüberlegungen bezüglich der zu bearbeitenden Aufgaben geschlossen werden, welche der möglichen alternativen Systemhandhabungsmöglichkeiten angeboten werden soll**

- ***Efferenz:*** **Die Schlussfolgerung muss in die entsprechende Variante der Systemleistung umgesetzt und evtl. ein Klärungsdialog mit dem Benutzer über die durchzuführende Adaption geführt werden**

Ergebnisse empirischer Forschung zur Flexibilität

- **Wahl von Benennungen:**
  Individuelle Varianten von Maskenformaten, Kommandonamen, Formulierungen, Rückmeldungen, Befehlssätzen etc. sind fest vorgegebenen überlegen

- **Wahl von Eingabemedien:**
  Von Wahlmöglichkeiten wird sowohl nach persönlichen wie nach aufgabenbezogenen Anforderungen Gebrauch gemacht

- **Menüstruktur:**
  ***Lesen* adaptiver Menüs zeitaufwändiger,**
  ***Ausführung* starrer Menüs zeitaufwändiger,**
  über die Zeit gleichen sich Vor- und Nachteile beider Varianten aus

- **Stufen der Funktionsmächtigkeit:**
  Nutzung von Erweiterungsmöglichkeiten der Systemfunktionalität (z.B. Makros) und von Anpassungsmöglichkeiten des Systems beschränkt

- **Interaktion nach Persönlichkeit:**
  Feldabhängige Benutzer suchen eher linear sequentiell;
  für „Visualisierer“ sind eher Menüs geeignet, für „Verbalisierer“ eher Kommandosprachen

!!! Generalisierungen problematisch !!!

Probleme flexibler Systemnutzung

Vielfältigkeit	manuelle Anpassung	automatische Anpassung
Überladung des Systems mit einer großen Menge alternativ angebotener Nutzungsmöglichkeiten Erhöhung des Lernaufwandes bzgl. redundanter Nutzungsmöglichkeiten	Bewältigung des kognitiven und operativen Aufwandes der Anpassung Ablenkung von der Fachaufgabe	kognitive und operative Bewältigung der Anpassungseffekte Persönlichkeitsschutz Verlust an Handlungskontrolle
K o n s i s t e n z g e w ä h r l e i s t u n g **seitens des Entwicklers, des Benutzers und der Organisation**		

Ausblick (Handlungsempfehlungen)

Aufeinander aufbauende Beziehung der Flexibilisierungsmöglichkeiten: Vielfältigkeit, Adaptierbarkeit, Auto-Adaptivität:

- **vor einer Entwicklung Identifizierung der geeigneten Interaktionstechniken (--> angepasstes System)**
- **alternatives Angebot von grundsätzlich geeigneten, aber nicht entscheidbaren Interaktionstechniken (--> vielfältig nutzbares System)**
- **Werkzeuge und Hilfen zur (verändernden) Anpassung des Systems an Benutzer und Aufgaben (--> anpassbares System)**
- **Automatische Hilfe und Anpassung aufgrund von Benutzungsprotokollen (--> auto-adaptives System)**

KI-Leistung kann eingesetzt werden bei:

- **Protokollierung und Auswertung von**
  - **Interaktionspräferenzen,**
  - **Interaktionsproblemen und**
  - **Interaktionsfehlern**
- **Angebot der Einsichtnahme in die (ausgewerteten und aufbereiteten) Interaktionsprotokolle**
- **Hilfestellung bei der Ausführung von Anpassungsmaßnahmen aufgrund der Hinweise in den Interaktionsprotokollen durch den Benutzer oder einen Berater**

Welche Wissensbasierung ist nötig?

- **Wissen über Interaktionsmöglichkeiten für adaptive Systeme, für aktive, intelligente Hilfekomponente**
- **Wissen über Anwendungsgebiet und Aufgaben für Vorschläge, Ablaufplanung**
- **Erst Wissen über das Anwendungsgebiet des Benutzers stellt ein sinnvolles Feld für den Einsatz von Wissensbasierung dar**

- Fähnrich/Ziegler 1987 -

Software-ergonomische Evaluation

Software-ergonomische Evaluation

- Gründe
- Fragestellungen
- Methoden

Objekt und Ziel einer Evaluation:

- **Vor der Realisierung: Systementwurf**
  Ziel: Anregungen zur Gestaltung
  Abgleich mit dem Stand der Kunst

- **Während der Realisierung: Prototyp**
  Ziel: empirische Erprobung und
  grundsätzliche Evaluation der Einlösung

- **Nach der Realisierung: fertiges System**
  Ziel: abschließender Test
  Konsistenzprüfung,
  Prüfung vor Kaufentscheidung

Interessenten an einer Evaluation:

- **Entwickler**
- **Entscheider/Marketing**
- **Anwender/Benutzer**

Evaluation auf zwei Systemebenen:

- **Ebene des Anwendungssystems**
  Funktionalität: Nützlichkeit, utility

- **Ebene der Benutzerschnittstelle**
  Interaktion: Handhabbarkeit, usability

$\sum$ = Verwendbarkeit

Software-ergonomische Entwurfs-richtlinien meist (noch) vage und allgemein:

- Es fehlt an fundierten Forschungsergebnissen
- Es gibt keine uniformen Benutzer
- Es gibt keine konstante Technik

Richtlinien geben an, wie etwas funktionieren könnte, nicht, wie es funktionieren muss

Angabe eines Spektrums an wünschenswerten Realisierungen

Angabe von nicht gewünschten Realisierungen

Methoden der Evaluation

- **Nicht-reaktive Methoden**
- **Interviews (mit und ohne kontrollierte Aufgabenstellung als Erfahrungsbasis)**
- **Schriftliche Befragung**
- **Beobachtung**
- **Experimente**
- **Leitfadenorientierte Evaluationsmethoden**

Nicht *eine* beste Methode! Ziel- und situationsabhängig!
Vergleich von Methoden nach Kriterien s. Kishie/Kinoe HCI ´91

Evaluationsmethoden

	Advantages	Disadvantages
Heuristic evaluation	Identifies many more Problems Identifies more serious problems Low cost	Requires UI expertise Requires several evaluators
Usability Testing	Identifies serious and recurring problems Avoids low-priority problems	Requires UI expertise High cost Misses consistency problems
Guidelines	Identifies recurring and general problems Can be used by software developers	Misses some severe problems
Cognitive Walk-through	Helps define users' goals and assumptions Can be used by software developers	Needs task definition methodology Tendious Misses general and recurring problems

Jeffries et al. 1991, 123

Vergleich von vier Evaluationsmethoden

Methode: / Kriterien:	Mock-up Prototyping	Vereinfachte Check-Liste	Verbale Protokoll-analyse	Analyse der Gedächtnisbe-anspruchung
Zeitpunkt (+früh -spät)	+	+	-	-
Zahl der Probleme (+groß -klein)	+	-	+	-
Typ der Probleme (+breit -eng)	+	-	+	-
Arbeitsaufwand (+klein -groß)	-	+	-	+
Messfehler (+klein -groß)	+	-	-	+

- Kishi/Kinoe 1991, 600 -

Nicht-reaktive Methoden

- **Statistiken: genutzte Funktionen, Zeitspanne zwischen Eingaben/Funktionsaufrufen, Fehlerart/-anzahl**
- **Schlüsselindikatoren: Systemeinstellungen, Anzeichen für die Nutzung von Hilfen**

Hypothesenbildend, Vorbereitung von Befragungen oder kontrollierten Experimenten

+ frei von Artefakt, natürlich, ökonomisch

- begrenzte Merkmale, schwierige Interpretation

Schriftliche Befragung

- **offene Fragen - freie Antworten (seltener)**
  nahe an Durchführungsprotokollen mit freiem Kommentarteil
- **geschlossene Fragen - vorbereitete Antwortalternativen (häufiger)**
  oft Antwortskalen mit Zustimmungsstufen

Hypothesentestend, Ergänzung zu kontrollierten Experimenten

+ in großer Zahl anwendbar, flexibel beantwortbar

- hohe Ausfallquote, eingeschränkt repräsentativ, einfache Fragen

Beobachtung

- **teilnehmende Beobachtung**
  nahe an Partnergespräch
- **nicht-teilnehmende Beobachtung**
  Vorgehensweisen, Heranziehen von Hilfen,
  Orientierungspausen/Unterbrechungen

Hypothesenbildend, Vorbereitung kontrollierter Experimente

+ Aufschluss über Aspekte, über die der Benutzer nicht auskunftsfähig ist

- nur Verhaltensdaten, interpretationsbedürftig, aufwändig

Lautes Denken

Problem, dass der Benutzer durch die Reflexion seiner Gedankenabläufe in seinem originären Denkprozess gestört wird

Alternativ lässt man bei der konstruktiven Interaktion (Partnergespräch) zwei Personen an einem Problem arbeiten und erzwingt durch die Aufgabenstellung, dass sie ihre Lösungsschritte gegenseitig kommunizieren

- Rohr 1988, 47 -

Experimente

Nur in Ausnahmesituationen gelingt die Kontrolle aller relevanten unabhängigen Variablen (Einflussfaktoren), erst recht ist die Manipulation von unabhängigen Faktoren schwierig

abhängige Variable:

- **Erlernzeit**
- **Bearbeitungszeit**
- **Behaltenszeit**
- **Fehlerzahl/-art/-behebung**
- **Ermüdung**
- **Konzentration**
- **Akzeptanz**

Hypothesentestend

+ Kausalschlüsse möglich (v.a. im Vergleichstest)

- Schwer generalisierbar, künstliche Interaktionswelt; abhängig von Verfügbarkeit und Eignung von Vpn; zeitaufwändig in Vorbereitung, Durchführung und Auswertung

Leitfadenmethoden

Evaluation ohne Benutzer durch Experten

Leitfaden enthält objektivierte Merkmale zur Beschreibung von Schnittstelleneigenschaften

Abgleich gegen feste Kriterien

+ Vergleichbarkeit von Ergebnissen, objektiv, ökonomisch

- begrenzt auf objektivierbare Kriterien mit bekannten Kriteriumswerten

Evaluationsansatz „EVADIS“ bzw. ISO 9241 Evaluator

- **Ziel:** Umfassende Evaluation softwareergonomischer Eigenschaften der Benutzerschnittstellen von Anwendungssystemen
  (im ersten Schritt: Beschreibung
  im zweiten Schritt: Bewertung)

- **Objekt:** Bürosysteme mit den Moduln
  - Tabellenkalkulation
  - Textverarbeitung
  - Kommunikation
  - Datenbank
  - Grafik

- **Zielgruppe:** Gelegenheitsbenutzer
  Wissensverarbeiter

Elemente des Evaluationsverfahrens:

- **Prüffragen**
- **Testaufgaben**
- **Durchführungsrahmen**

EVADIS-Beispielfragen:

Bezieht sich die Systemmeldung auf den jeweils aktuellen Dialogzustand?

Ist der Bildschirm nach einzelnen Informationsklassen strukturiert?
(Statusinfos, Steuerungsinfos, Meldungen, Arbeitsdaten)

Wird die jeweils selektierte Menüoption hervorgehoben?

Wird der Benutzer bei der Durchführung einer Fehlerkorrektur vom System unterstützt?

Wird vor der Ausführung des „Lösche-Kommandos“ oder anderer Kommandos mit schwerwiegenden (möglicherweise irreversiblen) Auswirkungen eine zusätzliche Bestätigung verlangt?

Können bereits ausgeführte Operationen storniert werden? (UNDO-Funktion)

Zeigt das System an, ob es eine Eingabe erwartet?

Bezugsrahmen für Prüffragen:

- ISO-Teile 9241, 8, 10 - 17

- Konkretisierte Systemkomponenten nach dem IFIP-Benutzerschnittstellen-Modell

Evaluations-Kriterien (ISO 9241)

Aufgabenangemessenheit:
Beispielfrage: Können mehrere Benutzerobjekte gleichzeitig geöffnet werden?

Flexibilität:
Beispielfrage: Sind vorhandene Fenster in ihrer Größe und Plazierung am Bildschirm veränderbar?

Transparenz:
Beispielfrage: Zeigt das System an, ob es eine Eingabe erwartet?

Fehlerrobustheit:
Beispielfrage**:** Findet in kommandoorientierten Systemen bei fehlerhaften Kommandoeingaben eine automatische Fehlerkorrektur statt?

Erwartungskonformität:
Beispielfrage**:** Kann aus dem Namen einer Funktion auf ihre Wirkung geschlossen werden?

Informationsdarstellung:
Beispielfrage**:** Gibt es visuelle Hinweise auf die aktuelle Eingabestelle?

Technische Komponenten der Benutzerschnittstelle

1. Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

1.1 Instrumentelle Ebene (Kommandos; Menüs; Direktmanipulation)

1.2 Syntaktische Ebene (Kommandos; Menüs; Direktmanipulation; Benutzerobjekte; Systemmeldungen)

1.3 Semantische Ebene (Kommandos; Menüs; Piktogramme; Systemmeldungen)

1.4 Informationsdarstellung (Bildschirmmasken; Codierung; Hervorhebungen)

2. Dialogschnittstelle

2.1 Dialogsyntax/Dialogstil (Kommandos; Menüs; Direktmanipulation)

2.2 Dialogablauf

2.3 Fehlerbehandlung

2.4 Sicherungskonzepte (UNDO; BREAK; REDO etc.)

2.5 Hilfen zur Dialogsteuerung

2.6 Systemreaktionszeiten (Eingabeverzögerungen; Antwortzeiten)

3. Werkzeugschnittstelle

3.1 Zugriffsmöglichkeiten auf Systemleistungen

3.2 Schnittstellenfunktionalität

Bezugsrahmen von EVADIS: Kriterien und Komponenten

Kriterien: / Komponenten:	Aufgaben angemessen-heitlichkeit	Übersicht-lichkeit	Transpa-renz	Fehler-robust- heit	Erwar-tungs-konfor-mität	Flexibi-lität	N=
1. Ein-/Ausgabe-Schnittstelle:							
1.1 Instrumentelle Ebene	11	0	0	1	1	2	**15**
1.2 Syntaktische Ebene	3	0	3	0	2	3	**11**
1.3 Semantische Ebene	2	1	4	0	5	1	**13**
1.4 Informationsdarstellung	1	6	1	0	0	2	**10**
2. Dialog-Schnittstelle:							
2.1 Dialogsyntax/Dialogstil	2	0	0	0	0	1	**3**
2.2 Dialogablauf	1	0	9	3	1	0	**14**
2.3 Fehlerbehandlung	0	1	3	2	0	0	**6**
2.4 Sicherungskonzepte	3	0	0	3	0	1	**7**
2.5 Hilfen zur Dialogsteuerung	0	0	10	0	0	2	**12**
2.6 Systemreaktionszeiten	0	0	0	0	2	1	**3**
3. Werkzeug-Schnittstelle:							
3.1 Zugriff auf Systemleistungen	2	0	0	0	0	4	**6**
3.2 Schnittstellenfunktionalität	10	0	3	0	1	4	**18**
N=	**35**	**8**	**33**	**9**	**12**	**21**	**118**